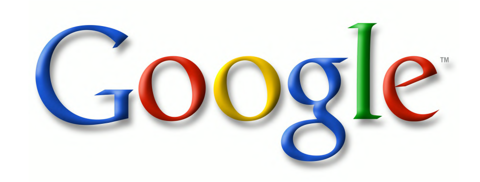




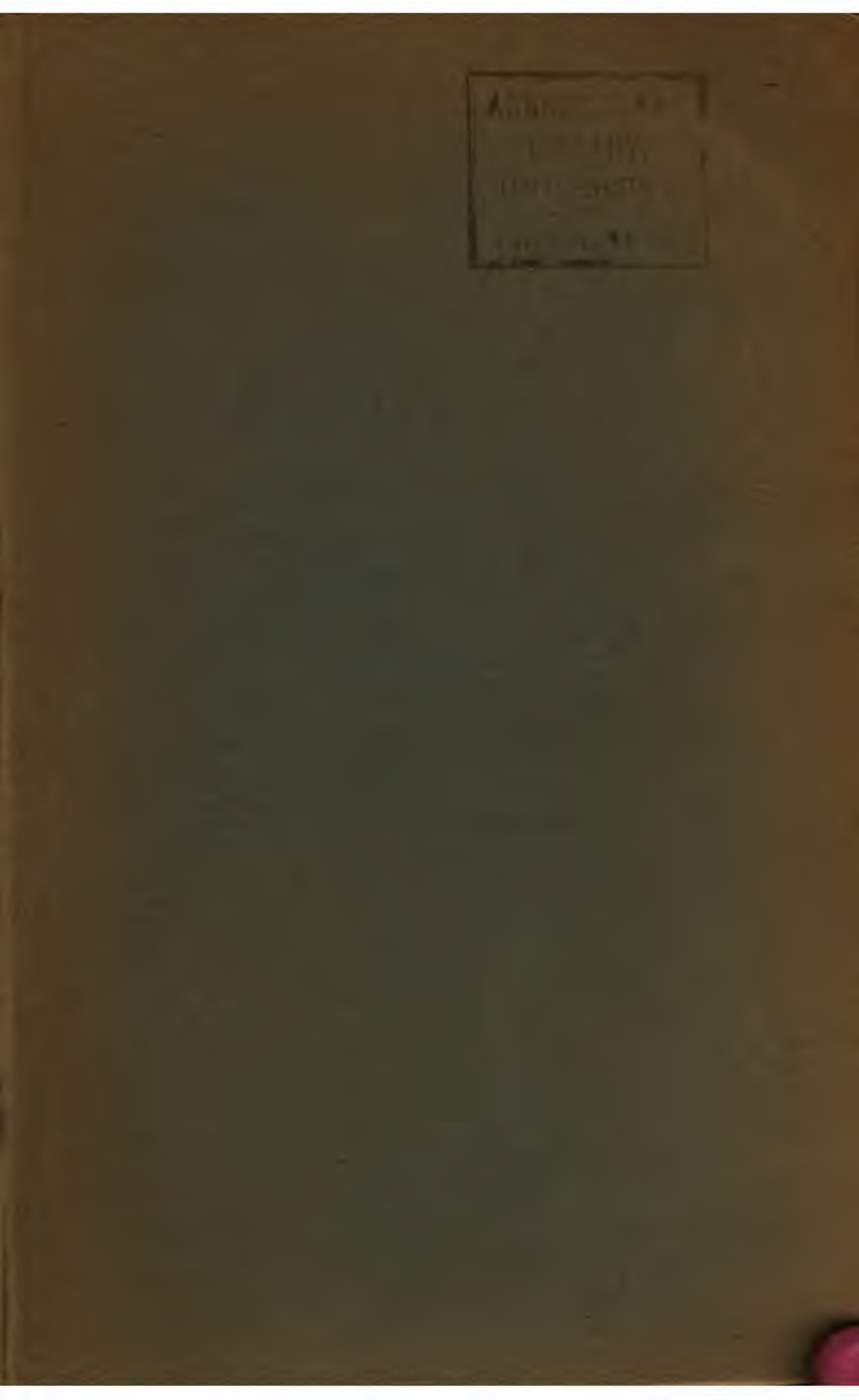


Dugast

La Vinification dans les Pays chauds

Bibliothèque de la Revue générale des Sciences





BIBLIOTHÈQUE

DE LA REVUE GÉNÉRALE DES SCIENCES

VINIFICATION
DANS LES PAYS CHAUDS



CHARTRES. — IMPRIMERIE DURAND, RUE FULBERT.

VINIFICATION

DANS

LES PAYS CHAUDS

ALGÉRIE ET TUNISIE

PAR

J. DUGAST
Directeur de la Station agronomique et œnologique d'Alger



PARIS
GEORGES CARRÉ ET C. NAUD, ÉDITEURS
3, RUE RACINE, 3

1900

?C

PRÉFACE

Depuis quelques années, des œnologues distingués ont publié, tant en France qu'à l'étranger, des traités de vinification très complets.

A côté de ces ouvrages qui ont tous leur utilité, j'ai pensé qu'il y avait place pour un livre écrit spécialement pour la vinification en Algérie et en Tunisie.

Il est nécessaire, pour bien exposer cette partie de la science agronomique, d'avoir soi-même fait des recherches de laboratoire.

Il n'est pas moins utile d'avoir appris la pratique de la vinification dans le cellier.

C'est parce que j'ait fait cette double expérience de la théorie et de la pratique que je me suis cru autorisé à entreprendre cette tâche.

Tout en tenant compte des travaux antérieurs que j'ai souvent cités, j'ai adopté un plan nouveau et je me suis efforcé de faire une œuvre originale.

Je me suis surtout inspiré des recherches de nos maîtres, MM. Pasteur, Duclaux, etc., pour les principes généraux.

Quant aux conditions des fermentations dans les pays chauds sur lesquelles j'ai insisté particulièrement, je me suis appuyé sur les résultats des nombreuses expériences faites à la station agronomique dans cet ordre d'idées.

Je me suis appliqué à composer un ouvrage complet, à la fois scientifique et pratique, mais sans détails inutiles.

Cela m'a permis de donner à mon exposé une forme dogmatique que je crois utile à employer dans un ouvrage d'enseignement et de vulgarisation, où le lecteur aime à trouver devant lui des faits et des opinions nettement exprimés.

J'ai cherché avant tout à produire un livre utile aux viticulteurs.

J. DUGAST.

VINIFICATION DANS LES PAYS CHAUDS

ALGÉRIE ET TUNISIE

Étude du raisin.

La vendange est la première opération de la vinification; elle doit s'opérer lorsque le raisin est mûr, c'est-à-dire lorsqu'il a acquis toutes ses qualités.

Pour pouvoir déterminer l'état de maturité le plus favorable, il faut étudier les phénomènes chimiques qui se produisent dans le raisin pendant la maturation; et pour que cette étude soit claire, il faut connaître l'organisation anatomique du grain de raisin.

La description anatomique du raisin et l'étude de sa maturation doivent précéder l'examen de la vendange proprement dite.

Il me paraît également logique de faire suivre l'étude de la maturation par celle de la composition des différentes parties du raisin (rafle, pellicules, pépins et moût) dont elle est le complément indispensable.

C'est en étudiant avec soin la composition des différents organes de la grappe que nous pourrons nous rendre compte de la proportion des éléments qu'ils peuvent introduire dans le vin et de leur importance dans la vinification.

La composition des raisins varie beaucoup d'un cépage à l'autre; elle diffère aussi complètemeut suivant l'époque à laquelle on en fait l'analyse.

On ne peut bien utiliser un produit qu'à la condition de le connaître à fond; c'est pour cela que la richesse du moût en sucre et son acidité, la teneur en tanin de la rafle et des pépins, la coloration de la pellicule, etc., sont autant de données qui sont indispensables pour guider le viticulteur pendant la vinification.

Examinons d'abord la constiution anatomique du grain de raisin.

CHAPITRE PREMIER

Développement et anatomie du grain de raisin.

Pour bien comprendre l'anatomie du grain de raisin, il est nécessaire de jeter un coup d'œil sur la constitution de l'ovaire, c'est-à-dire le fruit non fécondé, et sur l'ovule, qui, après la fructification, formera le pépin.

L'ovaire est constitué par deux carpelles à placentation axile et les deux loges résultant de leur soudure renferment chacune deux ovules anatropes et dressés. Normalement, il doit donc y avoir quatre pépins, et, si la plupart du temps un, deux, ou trois font défaut, c'est qu'ils ont avorté.

Les deux loges sont séparées par une cloison verticale (*cloison interséminale*) formée de tissu cellulaire et parcourue dans toute sa longueur par deux cordons de faisceaux fibro-vasculaire (*faisceaux médians*), qui, de leur base, envoient des ramifications secondaires aux ovules.

Au milieu de la paroi ovarienne, on remarque un réseau de faisceaux fibro-vasculaires, qui, nés comme les faisceaux médians du cordon du pédoncule, vont rejoindre dans le haut ces derniers et se terminent avec eux dans le style. Ce sont les *faisceaux périphériques*.

Le cordon qui parcourt le pédoncule est formé de 15 à 18 faisceaux.

L'ovaire est donc formé par des cellules parenchy-

mateuses séparées en deux zones concentriques par le réseau périphérique. Des deux côtés se montrent un égal nombre de rangées de cellules, de 9 à 11. L'ovule se compose du nucelle et de ses deux enveloppes, l'enveloppe extérieure ou *primine* et l'enveloppe intérieure ou *secondine*.

La fécondation accomplie on n'observe plus aucune formation cellulaire; le grossissement du grain a lieu uniquement par l'accroissement en dimension des cellules déjà existantes, et les modifications de structure par la différenciation cellulaire.

Les cellules situées à l'intérieur du réseau périphérique s'accroissent surtout tangentiellement et forment la *peau détachable* dont l'épaisseur ne dépasse guère 1/2 millimètre.

Les cellules externes sont très aplaties et constituent l'épiderme, elles vont ensuite en augmentant d'épaisseur et celles qui avoisinent les faisceaux sont plus ou moins arrondies.

Les cellules situées à l'intérieur des faisceaux périphériques se développent radialement et atteignent des dimensions plus considérables. Elles forment la *chair* ou la *pulpe* du grain. Les parois sont minces. Les rangées qui entourent les pépins ont des cellules un peu plus aplaties et à parois plus épaisses et forment dans la pulpe une zone spéciale qu'on appelle *partie adhérente aux pépins*.

Dans l'ovule, le nucelle constitue une sorte d'*albumen* avec son embryon; la primine forme le *testa* qui se différencie en deux zones: l'une intérieure, composée de cellules radiales serrées les unes contre les autres, l'autre extérieure composée de cellules arrondies; enfin, la secondine forme le *tegmen,* constitué par des rangées de cellules fortement épaissies qui séparent l'*endosperme* ou albumen de la zone interne du testa.

Suivant que le nombre des ovules est de trois, de deux ou de un par avortement, les vides restants sont

comblés par l'expansion de la cloison interséminale; aussi, les grains se montrent-ils d'autant plus riches en moût qu'ils ont moins de pépins. Les figures 1, 2, 3 et 4 représentent les sections transversales et longitudinales d'un grain de raisin et d'un pépin.

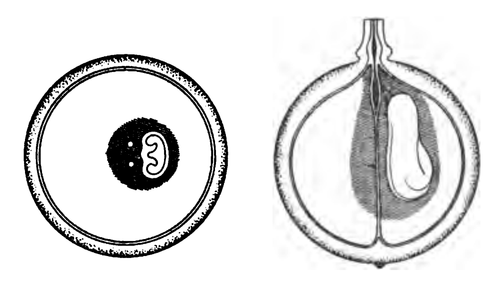


Fig. 1 et 2. — Grain de raisin : 1, coupe transversale; 2, coupe longitudinale.

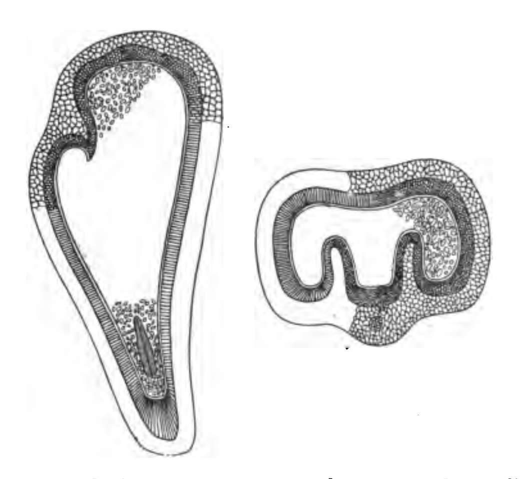


Fig. 3 et 4. — Pépin : 1, coupe transversale; 2, coupe longitudinale.

Maintenant que nous connaissons la constitution anatomique du grain de raisin, nous pouvons aborder l'étude des variations de position et de quantité des divers principes immédiats qui le constituent, pendant son développement, c'est-à-dire depuis le moment où le grain vient à nouer jusqu'à la maturité.

CHAPITRE II

Maturation.

Le développement du grain de raisin peut être divisé en trois périodes nettement différenciées par le travail physiologique des éléments cellulaires et la composition de leur contenu.

La première s'étend depuis le *nouage* jusqu'à la *véraison*, c'est la période de croissance; la seconde commence à la véraison et se termine au moment de la maturité physiologique, c'est la période de *maturation* proprement dite; enfin, la troisième période est celle de la *maturité dépassée*.

Première période.

Jusqu'à la véraison le grain fonctionne comme organe vert et assimile une partie des éléments qui lui sont nécessaires. Mais la plus grande partie des substances qui servent à la croissance du grain ou qui sont contenues dans les cellules sont formées dans les feuilles, d'où elles émigrent dans la grappe.

Après la floraison, lorsque le grain vient de nouer et possède environ 2 millimètres de diamètre, il présente la composition suivante : on trouve des matières azotées (albumine) dans toutes les cellules, mais surtout dans les faisceaux fibro-vasculaires. L'amidon se rencontre à côté du tanin et de la chlorophylle dans la peau détachable et dans la cloison interséminale.

Le sucre existe partout, mais principalement dans la peau détachable. Il est constitué en majeure partie par du glucose et la proportion ne dépasse guère 2 pour 100.

L'acide tartrique et l'acide malique abondent à cette période, dans les cellules de la pulpe; ils augmentent jusqu'à la véraison en quantité absolue et relative. Cette augmentation se manifeste surtout dans la pulpe où l'acidité totale exprimée en acide tartrique peut atteindre 2 à 4 pour 100 et plus.

Quant à la crème de tartre, elle se rencontre partout, mais principalement dans la pulpe.

On trouve de l'oxalate de chaux dans les cellules rondes de la peau détachable où il se présente en *raphides* tandis qu'on l'observe en *druses* dans les cellules tangentielles de la pulpe et dans les cellules marginales de la cloison interséminale. Jusqu'à la véraison le tanin et la chlorophylle vont en augmentant et viennent se concentrer dans les cellules tangentielles de la peau détachable.

Le sucre et l'albumine existent dans l'endosperme. Le tanin abonde dans toutes les cellules du testa; plus tard, les cellules radiales perdent leur tanin qui émigre dans les cellules rondes. En même temps, les matières albuminoïdes disparaissent des cellules radiales qui commencent à se lignifier. Le sucre, le tanin et les matières azotées se localisent dans les cellules rondes.

Dès que le grain commence à se ramollir, la chlorophylle et l'amidon disparaissent et le grain cesse d'être un organe assimilateur.

Deuxième période.

Pendant la deuxième période le grain est le siège de réactions chimiques importantes et sert de magasin dans lequel vient s'accumuler le sucre fabriqué dans les feuilles.

Avec le début de la véraison, les vaisseaux périphériques perdent leur activité; ils commencent à devenir aérifères et aucune migration d'acides ou de matières albumineuses ne semble plus avoir lieu dans la pulpe.

Au contraire, le sucre et la potasse entrent en masse par les cellules du parenchyme. Le premier s'amoncelle dans le grain et la potasse change petit à petit l'acide tartrique en crème de tartre.

En même temps, par suite d'une modification des corps pectiques (la pectose se transforme vraisemblablement en dérivés pectiques gélatineux), le grain se ramollit de plus en plus. Le ramollissement commence par les grandes cellules radiales de la pulpe et gagne de proche en proche, des deux côtés.

L'acidité totale diminue en quantité relative et en quantité absolue, par suite de la saturation partielle de l'acide tartrique et de sa transformation totale en bitartrate, et de l'oxydation de l'acide malique. Ce dernier n'a pas encore complètement disparu à la maturité complète.

La proportion entre le glucose et la lévulose se modifie de plus en plus en faveur du dernier sucre. La déviation de droite passe à gauche. A un moment, les deux sucres se trouvent à peu près dans le même rapport que dans le sucre inverti ; mais à la maturité parfaite, la lévulose prédomine.

Les grains des cépages rouges commencent à se colorer. La coloration se montre d'abord dans la 3[e] et la 4[e] rangée de cellules de la peau détachable. L'intensité de la coloration va sans cesse en augmentant jusqu'à la maturité. Elle dépend de la quantité de matière colorante, de l'acidité totale et de la manière dont la matière colorante est disposée dans les cellules.

C'est aussi pendant cette période que se forme le bouquet (huiles essentielles) spécial à chaque cépage.

Le sucre et l'amidon diminuent petit à petit dans le pépin; ils sont remplacés, dans les cellules arrondies du testa, par l'oxalate de chaux. La proportion de tanin

reste constante. Les matériaux de réserve, matières protéiques et huiles, s'accumulent dans l'endosperme.

Dans cette seconde période, le grain consomme et ne crée rien; les matériaux lui arrivent tout formés des feuilles au moyen des faisceaux fibro-vasculaires.

Troisième période.

La période de maturité dépassée commence dès que le grain ne reçoit plus rien des feuilles. Les phénomènes de respiration et d'oxydation seuls viennent modifier la composition du grain, tant que l'épiderme reste intacte. C'est d'abord l'acide malique qui est brûlé et transformé en eau et acide carbonique

$$C^2H^3 \left\{ \begin{array}{l} CO^2H \\ CO^2H + 6O = 4CO^2 + 3H^2O \\ OH \end{array} \right.$$

La quantité absolue de sucre, d'acide tartrique et de crème de tartre reste constante. Mais, en ce qui concerne le sucre, on remarque bientôt que la lévulose va en augmentant relativement et que le glucose subit une diminution correspondante.

Dès que l'épiderme, pour une cause quelconque, présente quelques ouvertures, le grain est bientôt envahi par les champignons, les bactéries, etc., qui en opèrent la destruction.

Les acides organiques, le tanin, le sucre et la crème de tartre disparaissent plus ou moins rapidement. En même temps que ces substances sont brûlées, d'autres prennent naissance et communiquent, dans certains cas, comme dans la pourriture noble, un bouquet spécial au vin obtenu dans ces conditions.

L'étude succincte des phénomènes de la maturation que nous venons de faire peut se résumer de la manière suivante :

Le poids du grain augmente rapidement pendant la

première époque (le poids des pépins a déjà atteint son maximum avant la véraison), plus lentement pendant la deuxième et diminue à partir de la maturité complète.

La proportion de sucre est presque nulle jusqu'à la véraison, puis elle augmente rapidement jusqu'à la maturité où elle atteint son maximum; à partir de ce moment, la quantité absolue diminue lentement.

Le glucose qui domine jusqu'à la fin de la deuxième période décroît de plus en plus en quantité relative et la lévulose devient de plus en plus abondante.

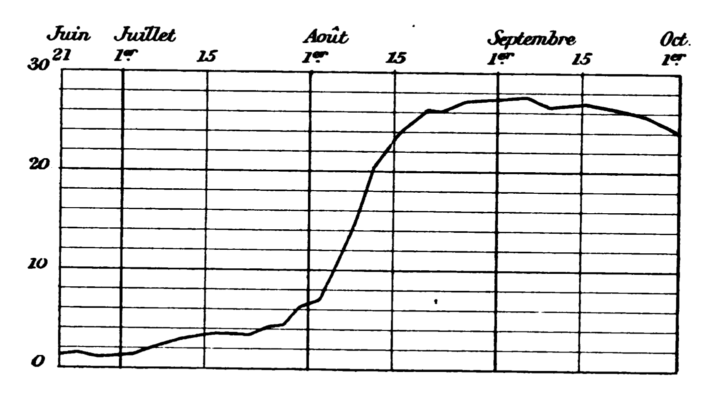


Fig. 5. — Courbe représentant la richesse saccharine du moût, à partir de la véraison. Une division horizontale correspond à 2 pour 100 de sucre.

L'acidité totale atteint son maximum à la véraison, puis elle diminue rapidement jusqu'à la maturité, plus lentement à la maturité dépassée. L'acide malique et l'acide tartrique présentent une marche identique.

La proportion de bitartrate de potasse croît lentement pendant la première période augmente plus rapidement à partir de la véraison et atteint son maximum à la maturité. La teneur reste ensuite stationnaire. La matière colorante augmente jusqu'à la maturité complète, puis diminue.

La proportion de tanin atteint son maximum peu après la véraison, reste constante pendant toute la

seconde période et diminue lentement après la maturité complète.

La courbe de la figure 5 exprime la marche de l'accroissement du sucre dans le cépage Carignan, en 1894.

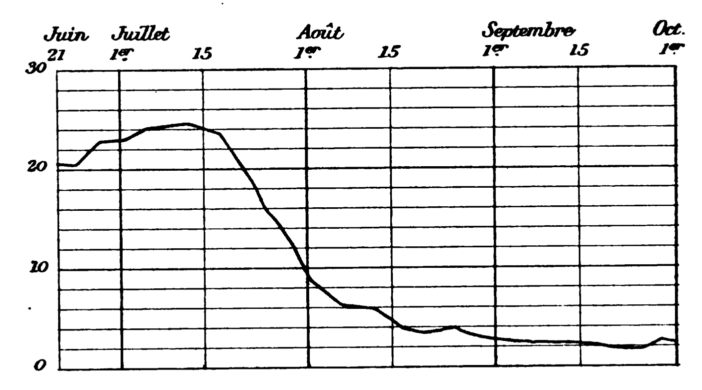


Fig. 6. — Courbe représentant l'acidité totale (en acide sulfurique) du moût, à partir de la véraison. Une division horizontale correspond à 2 grammes par litre.

La courbe de la figure 6 qui représente la désacidification dans le même cépage suit une marche inverse.

Le tableau suivant résume la composition du grain en ses divers principes immédiats et leur distribution au moment de la maturité physiologique.

	RAFLE	PEAU	PULPE	PÉPIN
	—	—	—	—
Proportion o/o de la grappe entière.	1,5-7	2,5-25	60-95	1-5
Eau.	35-80	40-75	70-90	25-35
Matières azotées.	»	»	0,2-0,9	6-15
Tanin.	1-5,4	0,5-4,0	»	1,8-6,5
Gommes et congénères. . . Pectine.	»	»	0,3-1,0	»
Matières grasses (huile). . .	»	»	»	1-10
Crème de tartre.	0,1-1,5	»	0,4-0,8	»
Sucre (glucose et lévulose). .	»	»	10,0-30,0	»
Acide tartrique.	»	»	0-0,3	»
— malique.	0,05-0,3	»	0,1-1,2	»
Matières résineuses. . . .	1,20-1,82	»	»	1-4,50
Acides volatils.	»	»	»	0,5-1,00
Sels minéraux.	1,0-2,50	»	»	»
Matière colorante.	»	»	»	»

Maintenant que nous connaissons le phénomène de la maturation et que nous savons que c'est à la maturité complète que le raisin atteint son maximum de richesse saccharine et son maximum de poids, nous pouvons aborder le choix du moment où, suivant les différents vins qu'on veut obtenir, les raisins sont susceptibles de donner le meilleur produit, c'est-à-dire l'époque de la cueillette ou de la vendange.

Nous nous occuperons d'abord exclusivement des vins de grande consommation, blancs, rouges ou rosés.

Plus tard, nous étudierons les vins doux ou de liqueur et les vins mousseux.

CHAPITRE III

Vendange.

Nous venons de voir que c'est à la maturité physiologique que le grain atteint le maximum de son développement et de sa richesse en sucre.

C'est aussi le moment où l'harmonie est parfaite entre tous les principes immédiats et la coloration la plus intense dans les cépages rouges.

C'est donc à cette époque que le vin obtenu sera le plus abondant et le meilleur et qu'il y a avantage, pour tous les vins (à l'exception des vins de liqueur), à faire la vendange.

L'époque de la vendange influe beaucoup sur la composition du vin.

D'une manière générale les fermentations des vendanges *hâtives* se font mieux parce que, comme nous le verrons plus loin, la levure chargée de transformer le sucre en alcool n'est pas gênée par ce dernier qui se trouve en plus faible quantité. D'un autre côté, le ferment supporte d'autant moins facilement une température élevée que le titre alcoolique du liquide en fermentation est plus fort.

Or, comme nous avons à lutter, en Algérie, contre l'élévation de la température, si à l'action nocive de l'abondance de l'alcool vient s'ajouter celle de la température, ces deux actions réunies auront souvent pour

conséquence d'arrêter la fermentation avant la transformation intégrale du sucre.

Enfin, pour que la fermentation alcoolique se fasse dans de bonnes conditions et qu'on obtienne d'un moût donné non seulement le rendement maximum en alcool, mais encore cet ensemble de qualités qui donnent au vin sa valeur et le caractérisent, il faut que ce moût présente un certain degré d'acidité.

Or, les nombreuses analyses des raisins que nous avons eu l'occasion de faire nous ont montré que souvent, en Algérie, l'acidité est faible, au moment de la maturité parfaite.

Ces diverses considérations nous avaient d'abord amené à conseiller aux viticulteurs algériens de ne pas attendre la maturité parfaite et de récolter un peu vert.

Mais, ce moyen, outre qu'il ne permet pas de tirer tout le parti possible des raisins puisqu'ils sont récoltés avant d'avoir emmagasiné tout le sucre qu'ils sont susceptibles de faire, n'a pas toujours donné de bons résultats. Voulant cueillir avant maturité complète, on a, souvent, dépassé le but et récolté encore trop vert, d'où des vins trop acides et désagréables au goût.

D'autre part, si la désacidification est un phénomène continu, favorisé par l'intensité de la lumière et l'élévation de la température, l'excès de la température peut produire l'action inverse en arrêtant la maturation. C'est ainsi qu'en 1897, beaucoup de vins sont restés trop acides (1).

Nous nous sommes alors demandé s'il n'était pas préférable de faire des vendanges tardives, c'est-à-dire de récolter à maturité parfaite, et de chercher à obtenir des vins aussi bons et plus alcooliques, ou de les obtenir en plus grande quantité.

---

(1) Le coup de siroco du 23 juillet 1899 a produit un résultat analogue.

Pour cela, il suffit de corriger convenablement la vendange.

Trois moyens parfaitement licites peuvent être employés dans ce but.

1° On peut augmenter l'acidité naturelle du moût. Cette augmentation peut se faire, comme nous le verrons plus tard, soit en mélangeant les grappillons verts avec la vendange, soit en ajoutant de l'acide tartrique, du phosphate de chaux, etc.

2° En abaissant la température de fermentation au moyen de la réfrigération des moûts et en permettant ainsi à la levure de travailler dans de meilleures conditions.

3° Ajouter de l'eau au moût pour le ramener au degré voulu.

Le mouillage à la cuve a pour but de rendre aux raisins l'eau qu'ils avaient perdue sous l'action d'une température élevée et d'une sécheresse prolongée.

En Algérie, comme partout ailleurs, il faut donc reculer la date des vendanges jusqu'à la maturité complète. On obtiendra ainsi des vins de plus grande valeur ou on en obtiendra davantage.

Pendant les quelques jours qui précèdent la maturité parfaite, la transformation du grain est si rapide que le choix du moment de la vendange est une chose délicate pour le viticulteur.

Comment reconnaît-on que le raisin a atteint sa maturité complète et qu'il n'a plus rien à gagner à rester sur souche. Quels sont les moyens qui permettent d'apprécier le degré de maturité ? Ces moyens sont de trois ordres : organoleptiques, physiques et chimiques.

Tous les vignerons, dignes de ce nom, savent que la maturité est accompagnée par des modifications extérieures de la grappe : la lignification plus ou moins complète du pédoncule et sa coloration brune, la translucidité de la pellicule, la façon dont le pédicelle se

détache du grain en formant pinceau, sont autant de caractères qui indiquent que la maturité est proche. Il suffit ensuite de goûter un grain, s'il est savoureux et sucré, s'il ne possède aucune saveur astringente ou acide, il est mûr ; sinon, il gagnera encore à rester sur la grappe.

C'est ainsi que les viticulteurs qui ont un peu d'habitude ne se trompent guère sur l'état de la maturité en goûtant les raisins.

Pollaci, en se basant sur ce fait que la maturation commence à la périphérie pour gagner progressivement le centre du grain, a indiqué de goûter la pulpe adhérente aux pépins, si elle est mûre, les couches extérieures, à plus forte raison, devront l'être aussi.

La même remarque peut être faite pour les raisins ; le côté du raisin tourné vers le soleil est toujours mûr avant le côté qui regarde le sol. Il y a quelquefois une différence assez grande.

La condition la plus avantageuse pour une bonne vendange, c'est celle qui résulterait d'une maturation égale et uniforme chez tous les raisins à la fois. Mais, il arrive toujours que les raisins d'un même cépage ne sont pas partout également mûrs ; certains ceps sont plus avancés, d'autres sont en retard. Il y a rarement synchronisme dans la maturité de tous les raisins d'une même vigne, c'est ce qui rend le choix de l'époque de la vendange plus difficile.

Pour des raisons d'ordre économique et pour éviter les intempéries qui atteignent les vendanges tardives, on est souvent obligé de commencer à vendanger à une époque telle que lorsque la récolte est à moitié faite, on est seulement au moment de la maturité parfaite. De cette manière, le tiers des vignes est vendangé avec les raisins incomplètement mûrs, le tiers avec les raisins mûrs à point et un tiers avec les raisins ayant dépassé la maturité parfaite.

Si on cultive plusieurs cépages — et c'est le cas

général — mûrissant à des époques différentes, on pourra s'arranger de manière à récolter chacun d'eux à maturité parfaite ou tout au moins à mélanger les raisins dont la maturité est dépassée avec ceux d'un cépage plus tardif et n'ayant pas encore tout à fait atteint la maturité parfaite.

On voit de suite qu'il est possible d'établir diverses combinaisons, selon le nombre et la nature des cépages, afin de se rapprocher autant que possible de la maturité parfaite.

Si les moyens empiriques ou organoleptiques sont généralement suffisants pour permettre aux viticulteurs d'apprécier le degré de maturité des raisins, ils ont tout intérêt à recourir à des moyens d'investigation plus précis et à compléter leurs connaissances sur ce point.

Si l'on a soin d'apporter quelques soins dans l'échantillonnage des raisins qui doivent servir aux expériences, les procédés physiques et chimiques donnent des résultats sûrs.

Procédés physiques.

Mesure du sucre. — Le moyen le plus habituellement employé par les viticulteurs pour se rendre compte du degré d'avancement de la maturité consiste dans la détermination de la densité du jus à l'aide d'un aréomètre spécial à poids constant et à volume variable.

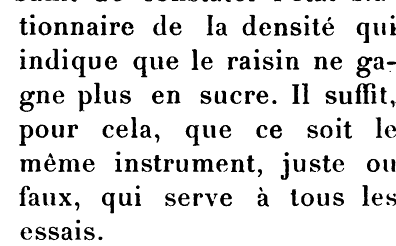
Divers instruments ont été construits sur ce principe (gleucomètres, mustimètres, etc.). Ils s'enfoncent d'autant moins dans le moût que celui-ci est plus dense, c'est-à-dire plus sucré.

Ils diffèrent les uns des autres par la graduation qui est plus ou moins complète.

Malheureusement le moût contient d'autres corps que le sucre, qui contribuent à modifier sa densité.

L'ensemble de tous ces composés, moins le sucre, étant variable, il en résulte qu'on ne peut pas compter sur des résultats rigoureusement exacts, mais seulement approximatifs, même si l'instrument est bien gradué.

Dans la pratique, l'approximation est très suffisante. Du reste il n'est pas nécessaire d'avoir des indications exactes sur la richesse en sucre absolue du moût, il suffit de constater l'état stationnaire de la densité qui indique que le raisin ne gagne plus en sucre. Il suffit, pour cela, que ce soit le même instrument, juste ou faux, qui serve à tous les essais.



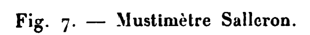


Fig. 7. — Mustimètre Salleron.

Le *mustimètre Salleron* (fig. 7) est, à notre avis, le plus commode de tous ces instruments.

TABLE INDIQUANT LES CORRECTIONS A FAIRE SUBIR AU CHIFFRE EXPRIMANT LA DENSITÉ ENTRE 10 ET 30°

TEMPÉRATURE	CORRECTIONS	TEMPÉRATURE	CORRECTIONS
degrés		degrés	
10	— 0,6	21	+ 1,1
11	— 0,5	22	+ 1,3
12	— 0,4	23	+ 1,6
13	— 0,3	24	+ 1,8
14	— 0,2	25	+ 2,0
15	0	26	+ 2,3
16	+ 0,1	27	+ 2,6
17	+ 0,3	28	+ 2,8
18	+ 0,5	29	+ 3,1
19	+ 0,7	30	+ 3,4
20	+ 0,9		

TABLE POUR LE MUSTIMÈTRE ET L'ARÉOMÈTRE BAUMÉ

DENSITÉS ou DEGRÉS du mustimètre	DEGRÉS de L'ARÉOMÈTRE de Baumé	GRAMMES de SUCRE par litre de moût	RICHESSE ALCOOLIQUE du vin fait	SUCRE CRISTALLISABLE qu'il faut ajouter à un hectolitre de moût pour obtenir du vin à 10 o/o d'alcool	EAU A AJOUTER à un hectolitre de moût pr le ramener à 10° Baumé
				kgr.	
1050	6,9	103	6,0	6,8	»
1051	7,0	106	6,2	6,5	»
1052	7,1	108	6,3	6,3	»
1053	7,2	111	6,5	5,9	»
1054	7,4	114	6,7	5,6	»
1055	7,5	116	6,8	5,4	»
1056	7,6	119	7,0	5,1	»
1057	7,8	122	7,2	4,8	»
1058	7,9	124	7,3	4,6	»
1059	8,0	127	7,5	4,2	»
1060	8,1	130	7,6	4,1	»
1061	8,3	132	7,8	3,7	»
1062	8,4	135	7,9	3,6	»
1063	8,5	138	8,1	3,2	»
1064	8,6	140	8,2	3,1	»
1065	8,8	143	8,4	2,7	»
1066	8,9	146	8,6	2,4	»
1067	9,0	148	8,7	2,2	»
1068	9,2	151	8,9	1,9	»
1069	9,3	154	9,0	1,7	»
1070	9,4	156	9,2	1,3	»
1071	9,5	159	9,3	1,2	»
1072	9,7	162	9,5	0,8	»
1073	9,8	164	9,6	0,7	»
1074	9,9	167	9,8	0,3	»
1075	10,0	170	10,0	»	»
1076	10,2	172	10,1	»	»
1077	10,3	175	10,3	»	»
1078	10,4	178	10,5	»	»
1079	10,5	180	10,6	»	»
1080	10,7	183	10,8	»	»
1081	10,8	186	10,9	»	»
1082	10,9	188	11,0	»	»
1083	11,0	191	11,2	»	10
1084	11,1	194	11,4	»	12
1085	11,3	196	11,5	»	13
1086	11,4	199	11,7	»	14
1087	11,5	202	11,9	»	16

TABLE POUR LE MUSTIMÈTRE ET L'ARÉOMÈTRE BAUMÉ

DENSITÉS ou DEGRÉS du mustimètre	DEGRÉS de L'ARÉOMÈTRE de Baumé	GRAMMES de SUCRE par litre de moût	RICHESSE ALCOOLIQUE du vin fait	SUCRE CRISTALLISABLE qu'il faut ajouter à un hectolitre de moût pour obtenir du vin à 10 o/o d'alcool	EAU A AJOUTER à un hectolitre de moût p^r le ramener à 10° Baumé
				kgr.	
1088	11,6	204	12,0	»	17
1089	11,7	207	12,2	»	18
1090	11,9	210	12,3	»	20
1091	12,0	212	12,5	»	21
1092	12,1	215	12,6	»	22
1093	12,3	218	12,8	»	24
1094	12,4	220	12,9	»	25
1095	12,5	223	13,1	»	26
1096	12,6	226	13,3	»	28
1097	12,7	228	13,4	»	29
1098	12,9	231	13,6	»	30
1099	13,0	234	13,8	»	31
1100	13,1	236	13,9	»	33

TABLE POUR LE MUSTIMÈTRE ET L'ARÉOMÈTRE BAUMÉ

DENSITÉS OU DEGRÉS du MUSTIMÈTRE	DEGRÉS de L'ARÉOMÈTRE BAUMÉ	GRAMMES DE SUCRE par LITRE DE MOÛT	EAU A AJOUTER à 1 HECTOLITRE DE MOÛT pour le ramener à 10° B.
			litres
1101	13,2	239	34
1102	13,3	242	36
1103	13,5	244	37
1104	13,6	247	38
1105	13,7	250	40
1106	13,8	252	41
1107	13,9	255	42
1108	14,0	258	43
1109	14,2	260	45
1110	14,3	263	46
1111	14,4	266	48
1112	14,5	268	49
1113	14,6	271	50
1114	14,7	274	52

TABLE POUR LE MUSTIMÈTRE ET L'ARÉOMÈTRE BAUMÉ

DENSITÉS OU DEGRÉS du MUSTIMÈTRE	DEGRÉS de L'ARÉOMÈTRE BAUMÉ	GRAMMES DE SUCRE par LITRE DE MOÛT	EAU A AJOUTER à 1 HECTOLITRE DE MOÛT pour le ramener à 10° B.
			litres
1115	14,8	276	53
1116	15,0	279	54
1117	15,1	282	56
1118	15,2	284	57
1119	15,3	287	59
1120	15,4	290	60
1121	15,5	292	61
1122	15,6	295	62
1123	15,7	298	64
1124	15,9	300	65
1125	16,0	303	66
1126	16,1	306	68
1127	16,2	308	69
1128	16,3	311	70
1129	16,5	314	72
1130	16,6	316	73
1131	16,7	319	74
1132	16,8	322	76
1133	16,9	324	77
1134	17,0	327	78
1135	17,2	330	80
1136	17,3	332	81
1137	17,4	335	82
1138	17,5	338	84
1139	17,6	340	85
1140	17,7	343	86
1141	17,8	346	88
1142	17,9	348	89
1143	18,0	351	90
1144	17,1	354	92
1145	17,2	356	93
1146	17,4	359	94
1147	17,5	362	96
1148	17,6	364	97
1149	17,7	367	98
1150	17,8	370	100

La division placée en haut de l'échelle est marquée

1,000 et représente le poids de l'eau distillée ; les divisions au-dessous donnent le poids en grammes du moût expérimenté.

Le mustimètre étant gradué à 15 degrés, il y a une correction à faire subir si la température est différente. Après avoir lu le degré densimétrique, on plonge dans le liquide un thermomètre et on lit la température. On cherche dans le tableau ci-dessus quelle correction il faut faire subir à l'indication du mustimètre pour le ramener à ce qu'elle serait si la température du moût était de 15 degrés.

Exemple : le mustimètre marque 1,095 à la température de 30° ; la table des corrections indique qu'il faut ajouter 3,4 à l'indication de l'instrument, de sorte que le poids du moût à la température de 15° est en réalité de 1,098,4.

Lorsqu'on connaît la dentité du moût, on cherche dans la table spéciale qui accompagne chaque instrument et que nous reproduisons ci-dessus :

1° Les valeurs correspondantes des degrés de l'aréomètre Baumé, dits, en matière de vins, *degrés de liqueur* ;

2° Le poids du sucre de raisin que contient un litre de moût ;

3° La richesse alcoolique qu'aura le vin après la fermentation, en admettant que tout le sucre fermente ;

4° Le poids du sucre cristallisé qu'il faut ajouter à 1 hectolitre de moût pour que le vin contienne 10 pour 100 d'alcool après fermentation.

Ainsi, dans l'exemple précédent, le moût marque 1,098,4, ce qui correspond à 12,9 degrés de liqueur et la quantité de sucre contenu dans un litre de moût est de 232 grammes, soit 23,2 pour 100. Ce moût fournira, après sa fermentation, un vin qui contiendra 13,6 pour 100 d'alcool.

Pour se servir de cet instrument, il suffit de cueillir un certain nombre de grappes de raisin dont l'état de

maturité représente aussi bien que possible la composition moyenne de la vendange, de bien les écraser à la main dans un linge formant nouet et d'exprimer le jus. Si l'on a sous la main une petite presse, il vaut mieux s'en servir, l'expression est plus rapide et plus complète. Le jus ainsi obtenu est filtré au travers d'un linge ou à l'aide d'un filtre à plis en papier placés dans un entonnoir et reçu dans l'éprouvette.

Il ne reste plus qu'à plonger successivement le mustimètre et le thermomètre et à faire les lectures et à chercher dans la table les chiffres correspondants.

PROCÉDÉS CHIMIQUES

Mesure du sucre. — Si l'on veut obtenir plus de précision dans la détermination du sucre, il faut recourir à un dosage chimique.

Le seul procédé auquel les viticulteurs peuvent avoir recours consiste dans le dosage du sucre au moyen de la liqueur de Fehling.

Cette méthode, bien que ne nécessitant qu'un outillage très rudimentaire, ne peut guère être employée que dans les grandes exploitations.

Voici comment il faut opérer : on mesure 10 centimètres de moût filtré au moyen d'une pipette jaugée A et on les verse dans un ballon B de 200 centimètres cubes. On remplit le ballon jusqu'au trait avec de l'eau et on mélange bien en retournant le ballon sens dessus dessous, après avoir bouché l'ouverture avec la paume de la main.

TABLE POUR LE DOSAGE CHIMIQUE DU SUCRE

10 centimètres cubes de liqueur de Fehling = $0^{gr},050$ de glucose.

Le moût a été étendu au $\frac{1}{20}$.

NOMBRE de CENTIM. CUBES versés	SUCRE par LITRE DE MOÛT	NOMBRE de CENTIM. CUBES versés	SUCRE par LITRE DE MOÛT	NOMBRE de CENTIM. CUBES versés	SUCRE par LITRE DE MOÛT
	gr.		gr.		gr.
3,0	333	5,4	185	7,8	128
3,1	322	5,5	181	7,9	126
3,2	312	5,6	178	8,0	125
3,3	303	5,7	175	8,1	123
3,4	294	5,8	172	8,2	121
3,5	285	5,9	169	8,3	120
3,6	277	6,0	166	8,4	119
3,7	270	6,1	163	8,5	117
3,8	263	6,2	161	8,6	116
3,9	256	6,3	158	8,7	114
4,0	250	6,4	156	8,8	113
4,1	243	6,5	153	8,9	112
4,2	238	6,6	151	9,0	111
4,3	232	6,7	149	9,1	109
4,4	227	6,8	147	9,2	108
4,5	222	6,9	144	9,3	107
4,6	217	7,0	142	9,4	106
4,7	212	7,1	140	9,5	105
4,8	208	7,2	138	9,6	104
4,9	204	7,3	136	9,7	103
5,0	200	7,4	135	9,8	102
5,1	196	7,5	133	9,9	101
5,2	192	7,6	131	10,0	100
5,3	188	7,7	129		

On obtient ainsi un liquide 20 fois moins riche que le moût lui-même ; aussi devra-t-on multiplier le poids de sucre trouvé par 20. Cette dilution du moût est nécessaire parce qu'on a constaté que c'est avec une solution renfermant environ 1 pour 100 de sucre que l'opération se fait le mieux.

Cela fait, on remplit une burette graduée C en dixièmes de centimètre cube, avec le moût dilué.

On mesure ensuite 10 centimètres cubes de liqueur de Fehling qu'on introduit dans une capsule en porcelaine à fond plat avec 40 ou 50 centimètres cubes d'eau et 10 centimètres cubes de potasse à 10 pour 100.

On fait bouillir la liqueur étendue et on y verse goutte à goutte le moût dilué jusqu'à complète décoloration (fig. 8).

On constate la fin de l'opération quand la teinte de la liqueur, ayant perdu toute nuance bleuâtre, est incolore et n'a pas encore atteint une coloration jaune clair d'abord, puis jaune d'or, qui indiquerait que le point a été dépassé.

On note combien il a fallu de centimètres cubes de moût dilué pour obtenir la décoloration et on n'a plus qu'à se reporter à la table ci-dessus pour avoir la richesse en sucre du moût, la liqueur de Fehling étant généralement faite de telle façon que 10 centimètres cubes soient réduits par $0^{gr},050$ de glucose.

Dans le cas d'une liqueur de concentration C, on obtient la richesse en sucre par litre de moût par la formule suivante :

$$\frac{C \times 1000 \times 20}{n}$$

Fig. 8. — Dosage du sucre.

dans laquelle *n* indique le nombre de centimètres cubes versés.

Lorsque le moût est coloré, il faut, avant toute opération, le décolorer. On place 5 grammes de noir dans un verre et on y verse 50 centimètres cubes de moût. On laisse en contact pendant une heure en remuant de temps en temps et on filtre. 10 centimètres cubes du moût décoloré et filtré sont alors traités comme précédemment.

Quand on a besoin d'une précision rigoureuse, il est nécessaire, au préalable, de traiter le moût par le sous-acétate de plomb pour précipiter les acides organiques, les matières azotées, etc... et d'enlever l'excès de plomb par le sulfate de soude ; mais pour les recherches pratiques, c'est une complication qu'on peut éviter.

Pour qu'aucune incertitude ne subsiste sur la fin de l'opération, on peut disposer, sur le fond d'une assiette de porcelaine, au moyen d'une baguette de verre, des gouttes non diffluentes d'une solution de ferrocyanure de potassium au 1/20e rendue acide par l'acide acétique. Quand le bleu de la liqueur est à peu près disparu et que le doute commence, on arrête l'ébullition pendant quelques secondes pour laisser déposer l'oxyde cuivreux, et, avec une baguette de verre, on prélève une goutte du liquide qu'on place à côté et au contact d'une goutte de ferrocyanure. Ces deux gouttes pénètrent l'une dans l'autre, et, si au point de contact apparaît un précipité rouge, cela indique qu'il y a encore de la liqueur non réduite et qu'il faut encore ajouter de la solution sucrée dans la liqueur reportée à l'ébullition.

Mesure de l'acidité. — En étudiant le phénomène de la maturation nous avons vu qu'à l'augmentation du sucre correspondait une diminution des acides libres, saturés en partie par la potasse et brûlés par combustion.

L'acidité totale décroît rapidement à partir de la véraison jusqu'à la maturité, puis lentement, en valeur absolue.

En réalité, il y a un moment, à la maturité parfaite, où, par suite de la perte d'eau du grain, l'acidité totale relative reste à peu près stationnaire. C'est ce moment qu'il faut saisir pour faire la récolte.

La détermination de l'acidité totale du moût est donc, comme celle du sucre, de première importance.

Le dosage de l'acidité totale doit se faire de la manière suivante :

On verse dans un verre à fond plat d'environ 150 centimètres cubes, 50 centimètres cubes de moût et quelques gouttes de teinture de tournesol.

D'autre part, on introduit dans une burette graduée divisée en dixièmes de centimètres cubes la solution alcaline (potasse ou soude) destinée à saturer l'acidité du moût.

Cette solution devra être titrée de manière que un centimètre cube neutralise exactement $0^{gr},05$ d'acide tartrique ; de sorte que le chiffre lu sur la burette indiquera directement l'acidité totale du moût par litre, exprimée en acide tartrique.

On verse peu à peu la solution dans le moût et, après chaque addition, on mélange le réactif au liquide, à l'aide d'une baguette de verre. La fin de l'opération est indiquée par le virage du tournesol, qui passe du rouge au bleu, dès que l'acidité du moût est saturée (fig. 9).

La matière colorante du raisin est elle-même un bon indicateur ; rouge en solution acide, elle devient verdâtre en solution alcaline.

Le virage n'est pas toujours facile à saisir ; aussi est-il bon, lorsque la couleur rouge commence à disparaître, de ne verser la liqueur alcaline que goutte à goutte et de porter avec la baguette, après chaque addition, une goutte du liquide mélangé sur un papier de tournesol neutre. On s'arrête quand la couleur du papier n'est pas modifiée. Quand ce résultat est obtenu, on lit sur la burette le chiffre auquel s'est arrêtée la solution alcaline, soit par exemple 6,9 ; cela signifie que le moût essayé contient $6^{gr},9$ d'acide tartrique par litre. Dans le commerce, on trouve divers types d'*acidimètre*.

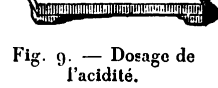


Fig. 9. — Dosage de l'acidité.

Le viticulteur a donc entre les mains deux moyens

de s'assurer de la maturité de sa récolte : le mustimètre qui lui apprend que son raisin ne gagne plus en sucre et la détermination de l'acidité totale qui lui indique qu'il ne perd plus d'acide.

Pratiquement, la vendange se compose toujours de la plus grande partie des raisins arrivés à maturité parfaite mélangés avec une certaine quantité d'autres qui ne sont pas encore arrivés à cet état et d'autres qui l'ont dépassé.

Il semblerait rationnel de vendanger en plusieurs fois, de récolter d'abord les raisins parvenus à maturité et d'attendre pour les autres, mais cette manière de procéder entraîne des frais que les grands crus de France peuvent seuls supporter. Ce que l'on peut faire, c'est d'opérer le triage des grappes pourries ou gâtées et surtout de laver les raisins qui sont recouverts de poussière, comme cela se présente sur le bord des routes. Ces raisins apporteraient dans la cuve les diverses bactéries qui pullulent dans le sol et seraient un danger pour la fermentation.

Souvent, du reste, des circonstances économiques de tout ordre font que les propriétaires n'ont pas toujours le loisir d'attendre le moment opportun.

Pourtant, il existe, en Algérie, depuis quelques années, une tendance à vendanger hâtivement. J'estime que cette tendance est exagérée parce que les vins ainsi obtenus n'ont pas le maximum de valeur qu'ils auraient pu avoir.

Il ne faut pas accorder une trop grande importance à l'acidité puisqu'on peut aisément la relever et s'attacher à obtenir le maximum d'alcool.

L'acidité totale minima du moût qui a été fixée par certains auteurs à 8 à 9 grammes d'acide tartrique n'est pas toujours nécessaire. Dans bien des cas les moûts sont moins acides et produisent cependant d'excellents vins.

En Algérie, il est bon de commencer la vendange le matin le plus tôt possible et de suspendre les travaux au milieu du jour.

CHAPITRE IV

Composition des raisins mûrs.

La connaissance de la composition immédiate des différentes parties des raisins au moment de leur mise en cuve est d'une grande importance au point de vue de la vinification.

Chacune des parties de la grappe apporte des matériaux solubles et insolubles qui concourent à la formation du vin. Les premiers se dissolvent simplement dans le liquide ou subissent des transformations chimiques ; les autres exercent souvent une action physique qui n'est pas négligeable.

La vinification en blanc est plus simple que la vinification en rouge, parce que dans la première une seule partie du raisin, le moût, est utilisée.

Dans la vinification en rouge, les rafles, les peaux et les pépins viennent apporter leur contingent de matériaux et enrichir le vin en matières extractives.

RAFLE

La proportion de rafle varie avec les cépages ; dans une même variété, elle dépend, dans une certaine mesure, des conditions climatériques de l'année, de l'époque de la vendange, des maladies et des accidents qui peuvent atteindre les raisins.

Voici les résultats que nous avons obtenus pour les cépages les plus répandus en Algérie :

	RAFLE 0/0 DE GRAPPE
Petit-Bouschet	8,5
Carignan	3,5
Mourvèdre	4,3
Morastel	3,0
Aramon	3,8
Clairette	3,0
Œillade	1,7
Alicante	4,0
Piquepoul	2,6
Pinot noir	3,2
Farana blanc	2,4
Corchet	3,6

La rafle contient une grande quantité de substances mais elle apporte surtout de l'acidité (bitartrate et acides libres), du tanin et une matière résineuse.

Comme l'indique le tableau ci-dessus, la proportion de rafle varie beaucoup ; en moyenne, elle est comprise entre 2 et 4 pour 100.

La teneur en substance sèche des rafles varie dans des limites assez étendues. Dans les raisins d'Algérie que nous avons examinés, la teneur en substance sèche a varié entre 18,70 et 64,5 pour 100. Elle est en moyenne de 35 pour 100.

L'acidité totale, calculée en acide tartrique, est comprise entre 0,30 et 1,50. En Algérie, nous ne l'avons pas trouvée supérieure à 1 pour 100.

La teneur en bitartrate est en moyenne de 0,5 pour 100 et la proportion d'acide malique de 0,15 pour 100.

D'après nos recherches, la proportion de tanin dans les rafles des 12 cépages indiqués ci-dessus a varié entre 0,89 et 3,33 pour 100. Le taux le plus élevé se trouve avec le morastel et le petit-bouschet, le plus faible avec le corchet.

La proportion de tanin est en moyenne de 2,5 pour

100 et on estime que les rafles d'un kilogramme de vendanges contiennent environ 1 gramme de tanin. La rafle contient d'autant moins de tanin qu'elle est plus lignifiée.

Les rafles encore vertes contiennent en outre du tanin, de la chlorophylle et des substances à goût astringent qui peuvent passer dans le vin et lui communiquer un goût désagréable si le cuvage est trop prolongé.

La présence de la rafle est utile pour diviser le marc et permettre sa pénétration par le liquide ambiant, de plus elle apporte du tanin qui se dissout dans le vin et de l'acidité. Toutefois, quand on fait fermenter avec la rafle, il faut avoir soin, si elle est en proportion considérable, de réduire la durée de la fermentation afin d'éviter un contact trop prolongé avec le vin, surtout si la fermentation a lieu à une température élevée. Nous reviendrons d'ailleurs sur ce sujet en parlant de l'égrappage.

MM. Girard et Lindet, dans leur remarquable étude sur la composition des raisins, ont montré que la rafle contenait 1,20 à 1,82 d'une matière résineuse (phlobaphéne) spéciale, peu soluble dans l'eau, et qui semble dériver du tanin. C'est une poudre brune soluble dans l'alcool et dans l'éther.

PEAUX

La peau détachable, formée par l'épicarpe et une partie du sarcocarpe, se présente avec une épaisseur variable dans les différents cépages et suivant les conditions climatériques de l'année.

Le volume relatif du grain et l'épaisseur de la pellicule déterminent des variations du simple au double dans la proportion des peaux.

Voici les résultats que nous avons obtenus en Algérie :

	PEAUX 0/0 DE GRAPPE
Petit-Bouschet	14
Carignan	11
Mourvèdre	22
Morastel	13
Aramon	19
Clairette	16
Œillade	16
Alicante	13
Piquepoul	10
Pinot	8
Farana	11
Corchet	10

La proportion de pellicules dans la grappe entière est en moyenne de 10 pour 100. Elles renferment en moyenne de 30 à 40 pour 100 de matière sèche. En Algérie nous avons constaté les variations suivantes : 18,5 pour 100 (farana) et 27,8 (morastel).

Lorsque les grains sont flétris, la teneur en substance sèche peut s'élever jusqu'à 60 pour 100.

La teneur en tanin est en moyenne de 1,5 pour 100 et on estime que la quantité de tanin contenue dans les peaux d'un kilogramme de vendange est de 1^{gr},5. Dans les raisins d'Algérie, nous avons vu la proportion de tanin varier entre 0,33 (alicante) et 1,11 pour 100 (morastel).

L'acidité totale, exprimée en acide tartrique, est très variable ; elle se maintient le plus souvent entre 0,15 et 0,75 pour 100.

Dans la vinification en rouge, la peau présente une grande importance ; en plus des germes du ferment, elle apporte la couleur, du tanin et une proportion notable de matières extractives et minérales.

La matière colorante se présente sous forme de granulations déposées dans les 3 ou 4 rangées de cellules les plus externes de la pellicule.

Lorsqu'elle se trouve dans des rangées plus avancées vers la pulpe (lagrein, téroldigo), il devient difficile de faire du vin blanc avec les raisins rouges parce que ces cellules sont souvent déchirées par le fouloir et laissent passer la matière colorante dans le moût.

D'après M. Gautier, la matière colorante des raisins est constituée de la manière suivante :

1° Par une matière colorante jaune résistant presque indéfiniment à l'oxydation ;

2° Par une substance rouge, insoluble dans l'eau (une matière colorante de la même nature mais soluble dans l'eau se trouve dans le teinturier et le petit bouschet) ;

3° Par une matière colorante bleue qui n'est que le sel ferreux de la matière rouge. C'est elle qui communique à la plupart des vins des pays chauds un ton violacé.

M. Gautier pense que ces matières colorantes dérivent du tanin, par oxydation, pendant la maturité. Ce sont des matières très analogues mais non identiques : des acides faibles de la série aromatique, en partie à l'état libre, en partie à l'état de sels ferreux ; des acides amidés des corps précédents, à l'état de sels ferreux, de couleur violacée.

Ces substances (*acides œnoliques*) sont solubles dans l'alcool faible, insolubles dans l'éther et précipitent la gélatine. Les acides forts les dissolvent un peu mais non les acides faibles.

La nuance du vin varie avec les proportions respectives de matière jaune, de substance rouge et de matière bleue ; elle varie aussi avec le plus ou moins d'acides libres contenus dans le vin.

Toutes choses égales d'ailleurs, l'intensité de la coloration est en raison de la quantité de matières colorantes qui est variable avec les différents cépages et qui, pour un même cépage, varie aussi suivant sa provenance.

En prenant le cépage négrara comme unité, M. Mach

a obtenu les résultats suivants, en traitant 100 grammes de grains par une solution alcoolique :

	INTENSITÉ COLORIMÉTRIQUE
Négrara	1
Pinot	2
Portugieser	3,5
Carmenet Sauvignon	5,5
Téroldigo	8,0
Teinturier	15,0

La matière colorante ne trouvant pas dans le moût avant fermentation de dissolvant convenable, on peut faire du vin blanc avec un grand nombre de cépages rouges (1).

Si le moût qui reçoit la matière colorante est franchement acide, la coloration rouge des acides œnoliques apparaît nettement et acquiert de l'intensité ; si au contraire, le moût est pauvre en acides ainsi que cela se présente souvent dans les pays chauds, l'influence des bases se faisant sentir, on voit la coloration virer tantôt à l'orangé, tantôt au violet.

Les acides œnoliques et le tanin des peaux fournissent au vin ces substances tanniformes qui lui sont si utiles pour sa conservation et lui communiquent cette saveur spéciale qui fait dire aux dégustateurs qu'il a de la mâche.

MM. Girard et Lindet ont également établi que c'est dans la pellicule du raisin, et dans la pellicule exclusivement, que la végétation emmagasine la matière odorante qui, plus tard, donnera au vin son bouquet.

---

(1) M. Andrieu puis M. Rosensthiel ont montré qu'à l'abri de l'air la matière colorante des fruits se dissout dans le jus de ces fruits par un contact prolongé, surtout si on élève la température.

Si on écrase rapidement des grappes de carignan et qu'on les stérilise pendant une heure, on obtient un moût d'une belle couleur rouge. J. D.

L'altération de la peau est toujours à éviter dans les raisins rouges à cause de la destruction plus ou moins complète de la matière colorante qui en est la conséquence. Au contraire, cette altération est recherchée pour certains cépages blancs.

La pellicule est souvent recouverte d'une couche de granulations cireuses qui la protègent, dans une certaine mesure, contre la pénétration des parasites.

PÉPINS

Les pépins sont plus ou moins nombreux, plus ou moins développés suivant les cépages et les conditions météorologiques de l'année.

On admet généralement que les pépins représentent en moyenne 3 pour 100 de la grappe, mais les variations sont assez grandes.

Voici d'ailleurs les résultats que nous avons obtenus avec les raisins d'Algérie :

	POIDS DES PÉPINS 0/0 de la grappe
Petit-Bouschet	3,8
Carignan	2,4
Mourvèdre	4,1
Morastel	3,2
Aramon	2,2
Clairette	3,3
Œillade	2,3
Alicante	2,7
Piquepoul	2,1
Pinot	3,9
Farana	2,0
Corchet	2,4

Le nombre des pépins par grain a varié entre 1,2 (clairette) et 2,37 (corchet), avec une moyenne de 1,6 (soit à peu près 1 pépin et demi) pour les douze cépages examinés.

Les pépins contiennent un grand nombre de substances dont quelques-unes seraient nuisibles si elles entraient en dissolution dans le vin.

On trouve d'abord une huile grasse qui commence à fondre à 3° et est complètement liquide à 11°. La proportion varie entre 5 et 10 pour 100; ensuite du tanin en quantité notable, en moyenne 4 pour 100.

D'après MM. Girard et Lindet, il convient d'ajouter à ces substances, d'abord une matière résineuse, à saveur âpre, analogue à celle trouvée dans les rafles, ensuite des acides volatils (environ 1 pour 100) appartenant probablement à la série grasse et résultant vraisemblablement aussi de la saponification et de l'oxydation de l'huile neutre contenue dans l'amande.

Ces acides interviennent très probablement dans la production du bouquet des vins qui vieillissent.

La matière résineuse est soluble dans l'alcool, légèrement soluble dans l'eau bouillante, mais à peine soluble dans l'eau froide.

C'est probablement elle qui donne aux vins qui sont restés longtemps en contact avec les rafles et les pépins cette saveur âcre et désagréable qui nuit à leur qualité.

Fort heureusement, ces substances se trouvent à l'intérieur du pépin et passent difficilement dans le vin. Il n'en est pas ainsi du tanin qui se trouve, comme nous l'avons déjà vu, dans les cellules rondes à la périphérie du grain, de telle sorte qu'il peut facilement entrer en solution et contribuer à augmenter la quantité des substances tanniques du vin.

Ce gain en tanin, du fait de la présence des pépins, est variable avec la durée de la cuvaison et avec leur composition.

Dans les raisins d'Algérie, nous avons vu la teneur en tanin des pépins varier entre 2,40 pour 100 (corchet) et 7,25 pour 100 (petit bouschet).

MOÛT

Comme nous l'avons déjà dit, le moût contient à lui seul tous les éléments nécessaires à la formation d'un vin blanc, mais il resterait stérile et ne fermenterait pas s'il n'était pas ensemencé. C'est par l'écrasement du grain et le contact du moût avec les peaux que se fait l'ensemencement.

La proportion de moût varie dans des limites assez étendues suivant les cépages et les années. Elle atteint son maximum à la maturité parfaite.

Voici les résultats de nos recherches sur quelques raisins algériens :

	MOÛT 0/0 DE GRAPPE
Petit-Bouschet	69
Carignan	70
Mourvèdre	66
Morastel	71
Aramon	63
Clairette	64
Œillade	81
Alicante	71
Piquepoul	73
Pinot	76
Farana	76
Corchet	78

Comme on le voit, la proportion de moût est en général comprise entre 65 et 80 pour 100(1).

En moyenne, les raisins donnent en jus les trois quarts de leur poids, c'est-à-dire que de 100 kilogrammes de raisins on obtient 75 litres de moût.

(1) Ce n'est pas la quantité absolue, mais celle qu'on peut extraire au pressoir.

Le sucre est la partie la plus importante du moût. C'est lui qui détermine la teneur future en alcool et donne au vin sa *vinosité* par les trois corps principaux qui proviennent de sa transformation pendant la fermentation : l'alcool, la glycérine et l'acide succinique. Le sucre de raisin est constitué par un mélange de glucose et de lévulose. La rotation du sucre de raisin, d'abord nettement droite, diminue rapidement, passe à gauche et s'accentue dans ce sens jusqu'à la maturité.

Dans les conditions normales, la quantité de sucre est fonction de la chaleur reçue par la vigne. Dans les contrées favorisées par le soleil comme l'Algérie, le sucre peut s'accumuler en forte proportion.

Au moment de la récolte, la lévulose prédomine généralement sur la glucose.

L'acidité du moût vient en seconde ligne. C'est elle qui fait du moût un milieu plus favorable à la fermentation alcoolique qu'aux fermentations secondaires, si elle atteint un chiffre suffisant. En outre, l'acidité donne au vin une saveur fraîche, une belle robe et de la solidité.

La quantité d'acide tartrique libre est généralement très faible et de beaucoup inférieure à la quantité d'acide tartrique combiné. La proportion d'acide malique est, au contraire, souvent importante.

Les autres acides (formique, tartromalique, etc...) évalués en bloc ne représentent guère que 15 à 20 pour 100 de l'acidité totale.

L'excès d'acidité est rarement à redouter en Algérie. Le défaut contraire n'est pas rare et on est souvent amené, dans la pratique, à relever l'acidité des moûts.

Le mécanisme de la formation du sucre dans les feuilles et son accumulation dans le grain, celui de la formation des acides et de leur disparition sont encore très obscurs.

L'hypothèse de l'aldéhyde méthylique se formant directement par réduction de l'hydrate carbonique et

se polymérisant ensuite pour donner naissance, par des phénomènes de réductions, d'oxydations, de condensations, de fixation d'eau, aux divers principes immédiats, ne nous éclaire pas beaucoup sur les origines du sucre et des acides.

La réversibilité dans l'action des diastases, découverte par M. Hill, nous aidera sans doute à connaître le mécanisme de leur synthèse.

La proportion de sucre dans le moût peut varier de 10 à 30 pour 100 et l'acidité totale, exprimée en acide tartrique, de 4 à 15 grammes par litre.

Voici quelques résultats obtenus avec les raisins d'Algérie :

	SUCRE O/O	ACIDITÉ TOTALE O/O	
		EN ACIDE SULFURIQUE	EN ACIDE TARTRIQUE
	—	—	—
Petit-Bouschet	20,8	0,47	0,72
Carignan	26,5	0,35	0,53
Mourvèdre	20,7	0,35	0,53
Morastel	20,5	0,40	0,61
Aramon	19,6	0,37	0,57
Clairette	20,5	0,25	0,39
Œillade	18,4	0,25	0,40
Alicante	22,0	0,40	0,61
Piquepoul	20,0	0,38	0,58
Pinot	21,1	0,46	0,70
Farana	19,7	0,25	0,40
Corchet	17,0	0,34	0,52
Chasselas	23,1	0,30	0,46

Ces résultats montrent qu'en général les raisins algériens sont riches en sucre et que l'acidité totale est faible puisque nous la voyons s'abaisser jusqu'à 4 grammes par litre (en acide tartrique), mais il y a de grandes variations.

Ainsi, pour le Carignan, nous avons vu la richesse en sucre varier entre 17,7 pour 100 et 26,5 pour 100, tandis que l'acidité totale passait de 8^{gr},7 par litre à 5^{gr},3, suivant les années et les lieux de production.

Dans le cas de l'alicante, qui renferme 22 pour 100 de sucre, la fermentation totale de ce sucre donnerait un vin ayant une richesse alcoolique de

$$\frac{48,55}{0,79287} \times 22 = 13,48.$$

Le moût ne contient pas de tanin. La faible quantité qu'en renferment les vins blancs est apportée par le vin de presse qui pendant son contact avec le marc peut se charger d'une quantité sensible de tanin.

Les autres substances contenues dans le moût (matières minérales, phosphates, sulfates, chlorures, matières azotées, gommes, corps pectiques, etc...) contribuent à la nourriture de la levure et à la formation des matières minérales et extractives du vin.

MATÉRIAUX APPORTÉS A LA CUVE PAR 100 KIL. DE VENDANGE

Nous venons de voir que chacune des quatre parties constituant le raisin, rafle, peaux, pépins et pulpe apportent à la cuve des principes spéciaux qui exercent sur le vin une action favorable ou défavorable en rapport avec leur quantité absolue.

La quantité des divers produits que les parties solides du raisin abandonnent au moût, dépend de leur constitution, de la durée de la cuvaison et des conditions physiques de cette cuvaison.

Pour le moment, nous avons à nous occuper de la quantité de principes actifs ou non apportés à la cuve par 100 kilogrammes de vendange. Etant données, d'une part les proportions relatives des quatre organes de la grappe, de l'autre leur composition centésimale, rien n'est plus facile que de dresser un tableau faisant connaître les matériaux divers apportés à la cuve par un quintal de vendange.

Mais j'estime que ce travail est tout à fait inutile à cause de l'extrême variabilité de composition des différentes parties du raisin. C'est à chaque viticulteur à s'inspirer des principes généraux que nous venons d'exposer pour tâcher de faire, dans son vignoble, une série de recherches en somme très simples et de déterminer d'une manière suffisamment approchée les données qui lui sont nécessaires. Il doit agir avec méthode.

Ceci dit, nous emprunterons au remarquable travail de MM. Girard et Lindet le tableau suivant qui indique quelle est en valeur absolue la quantité des divers principes apportés à la cuve par 100 kilogrammes de vendange.

Ce tableau, qui s'applique à trois cépages très répandus en Algérie, est simplement destiné à servir d'exemple.

DÉSIGNATION DES PRODUITS	100 KILOGRAMMES DE GRAPPES ENTIÈRES APPORTENT A LA CUVE PAR				
	la pulpe	les peaux	les pépins	les rafles	total
	kgr.	kgr.	kgr.	kgr.	kgr.
Cépage Aramon.					
Sucre fermentescible. . . .	11,910	»	»	»	11,910
Bitartrate de potasse.	0,434	0,079	»	0,030	0,543
Acide tartrique libre.	0,102	0,062	»	0,013	0,756
Acide malique et autres. . . .	0,579				
Tanin.	»	0,114	0,043	0,097	0,254
Matière résineuse.	»	»	0,074	0,032	0,106
Matières azotées solubles. . .	0,230	»	»	»	0,230
Huile.	»	»	0,115	»	0,115
Acides volatils (1).	»	»	0,009	»	0,009
Matières minérales (2). . . .	0,110	0,136	0,031	0,075	0,352

(1) Exprimés en acide sulfurique.
(2) Déduction faite de la potasse du tartre.

DÉSIGNATION DES PRODUITS	100 KILOGRAMMES DE GRAPPES ENTIÈRES APPORTENT A LA CUVE PAR				
	la pulpe	les peaux	les pépins	les rafles	total
	kgr.	kgr.	kgr.	kgr.	kgr.
Cépage Carignan.					
Sucre fermentescible.. . . .	13,980	»	»	»	13,980
Bitartrate de potasse.. . . .	0,537	0,079	»	0,032	0,648
Acide tartrique libre. . . . / Acide malique et autres.. . .	0,502	0,052	»	0,017	0,571
Tanin.	»	0,118	0,009	0,029	0,156
Matière résineuse..	»	»	0,039	0,034	0,073
Matières azotées solubles. . .	0,156	»	»	»	0,156
Huile.	»	»	0,227	»	0,227
Acides volatils (1).	»	»	0,023	»	0,023
Matières minérales (2). . . .	0,147	0,110	0,052	0,061	0,370
Cépage Petit-Bouschet.					
Sucre fermentescible	12,960	»	»	»	12,960
Bitartrate de potasse.. . . .	0,543	0,112	»	0,040	0,695
Acide tartrique libre . . . . / Acide malique et autres. . .	0,147	0,047	»	0,011	0,205
Tanin.	»	0,115	0,061	0,042	0,218
Matière résineuse..	»	»	0,110	0,050	0,160
Matières azotées solubles. . .	0,181	»	»	»	0,181
Huile.	»	»	0,124	»	0,124
Acides volatils (1).	»	»	non dosés	»	»
Acides minéraux (2).. . . .	0,065	0,073	0,048	0,081	0,267

(1) Exprimés en acide sulfurique.
(2) Déduction faite de la potasse du tartre.

BIBLIOGRAPHIE

Portes et Ruyssen. — Traité de la vigne et des produits. Paris, 1888.

Mach. — Die Gährung und die Technologie des Weines. Wien, 1884.

J. Dugast et Foussat. — La maturation des raisins en Algérie. *Annales de la science agronomique*, 1895.

J. Dugast. — Contribution à l'étude des raisins d'Algérie. *Bulletin de la station agronomique d'Alger*, 1891.

Aimé Girard et L. Lindet. — Recherches sur la composition des raisins des principaux cépages de France. *Bulletin du Ministère de l'agriculture*, 1895.

— — *Comptes rendus*, t. CXXVI, p. 1310.

CHAPITRE V

Transformation du raisin en vin.

Fermentation alcoolique. — Nous n'avons pas à nous occuper ici des détails de la cueillette et des moyens de transport usités pour amener la vendange au cellier.

Une fois récoltés et conduits au cellier, les raisins subissent une série d'opérations qui ont pour but de transformer le jus en vin.

Nous allons d'abord étudier le phénomène caractéristique de la vinification, celui qui préside à la transformation du moût sucré en un liquide plus ou moins alcoolique, c'est-à-dire la fermentation vinique.

La fermentation alcoolique est caractérisée par le développement d'une levure, développement qui entraîne une modification chimique du milieu et transforme le moût en vin. C'est une cellule végétale qui, pour se nourrir, s'accroître et se reproduire, consomme du sucre et rejette de l'alcool et de l'acide carbonique. Cette propriété n'est pas spéciale aux levures, elle appartient à toutes les cellules végétales lorsqu'on les place dans des conditions semblables, c'est-à-dire à l'abri de l'air; elles sont alors obligées de prendre l'oxygène nécessaire à leur entretien aux combinaisons les moins stables (1).

---

(1) Littéralement ce n'est plus exact puisque nous savons, depuis les travaux de Büchner, que la décomposition du sucre a lieu sous l'influence d'un processus diastasique (voir plus loin) et non par la vie même de la cellule.

Relativement à leur manière de se comporter en présence de l'air, les cellules vivantes se divisent en trois groupes :

1° Les cellules aérobies qui ont un besoin intense d'oxygène ;

2° Les cellules anaérobies vraies qui ne peuvent vivre qu'en l'absence de l'oxygène ;

3° Les cellules mixtes qui peuvent supporter les deux genres de vie.

Les levures appartiennent à ce dernier groupe ; il ne leur faut pas beaucoup d'air mais il leur en faut.

L'expérience suivante de Gay-Lussac démontre bien ce besoin d'air :

Il introduisit dans une cloche pleine de mercure quelques grappillons de raisins bien sains, puis, afin d'éliminer tout l'air, il y fit passer à plusieurs reprises du gaz hydrogène. Il écrasa alors les raisins avec une tige de fer recourbée et abandonna l'expérience à elle-même plusieurs semaines, pendant lesquelles tout resta inerte.

Il fit alors arriver quelques bulles de gaz oxygène et une fermentation vive et régulière se déclara.

C'est que les cellules-mères (cellules brunes) de la levure que le raisin porte sur lui au moment de la maturité, ont besoin d'air pour se rajeunir, proliférer et donner naissance aux cellules de la levure de vin.

D'après Pasteur, on ne trouve les levures qu'au moment de la maturité ; elles sont fixées à la surface extérieure des grains où elles sont retenues par la matière cireuse qui forme le velouté et mélangées à des poussières de toute nature, on les trouve aussi sur les rafles et même sur tous les organes aériens de la vigne.

D'où viennent les levures qu'on trouve sur les grappes ? Pasteur pensait qu'il fallait chercher l'origine de ces cellules dans les *dématium* qui vivent sur les bois morts et qui donnent des spores brunes analogues à celles que l'on rencontre sur les grappes. Mais

cette question n'est pas encore résolue et demande de nouvelles recherches.

Quoi qu'il en soit, les raisins protégés contre les poussières de l'air par un artifice quelconque fournissent des moûts incapables de fermenter spontanément. Il faut les ensemencer.

Les levures qu'on trouve sur les raisins sont de deux sortes : la levure de vin proprement dite ou *levure ellintique* et la *levure apiculée.*

REPRODUCTION DES LEVURES

La multiplication des levures se fait de deux manières différentes :

1° Dans les liquides sucrés par bourgeonnement, à la manière des champignons ;

2° Par formation dans l'intérieur des cellules de spores, lorsque le milieu est défavorable au développement de la levure par bourgeonnement.

Par exemple, lorsqu'on abandonne la levure en masse pâteuse sur des tranches de pomme de terre, il se forme des spores qui s'entourent d'une membrane mince et qui deviennent libres au bout de quelques jours par rupture du sac qui les contient.

Lorsqu'on porte ces cellules-filles dans un liquide fermentescible, en présence de l'air, elles bourgeonnent en conservant leur forme ronde. Cette forme ronde persiste pendant plusieurs générations et on constate que le retour à la forme primitive ou ovale ne se fait que peu à peu.

Le mode de reproduction par bourgeonnement seul nous intéresse. La cellule se renfle en un des points de sa surface. Ce renflement ne tarde pas à s'étrangler à la base de manière à former une véritable ramification sur la cellule-mère. Tantôt les globules-filles restent attachés pendant un certain temps à la cellule-mère,

tantôt ils se séparent et restent deux par deux ou isolés. Dans les conditions favorables, la multiplication des levures est extrêmement rapide. C'est ainsi que Pasteur a calculé qu'un seul globule de levure pouvait donner 16 millions d'individus en 24 heures.

CLASSIFICATION DES LEVURES

M. Hansen a classé les levures en deux groupes : les saccharomyces proprement dits jouissant de la faculté de donner des *endospores*, et les non-saccharomyces ne formant jamais de spores.

Dans les saccharomyces proprement dits on trouve deux classes :

1° Les levures sécrétant de la sucrase et provoquant la fermentation alcoolique. Dans cette classe, il faut encore distinguer les levures faisant fermenter le saccharose, le glucose et le maltose, comme les levures de brasserie (*saccharomyces cerevisiæ*) et celles qui font fermenter le saccharose, le glucose et la lévulose, mais non le maltose, comme le *saccharomyces exiguus*.

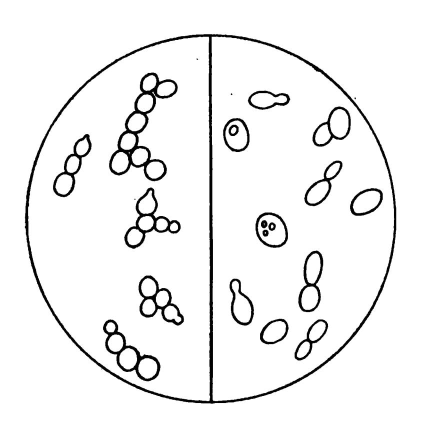


Fig. 10. — Levure de bière ; *a*, levure haute ; *b*, levure basse.

Il convient, d'après M. Kayser, de rattacher à cette classe certaines levures qui font fermenter le sucre interverti, mais ni le saccharose ni le maltose.

2° Les levures qui ne sécrètent pas de sucrase et ne produisent pas de fermentation alcoolique, comme celles qu'on rencontre sur le cassis.

Les non-saccharomyces comprennent trois classes :

1° Ceux faisant fermenter les solutions de glucose et le sucre interverti, mais non le saccharose (saccharomyces apiculatus).

2° Ceux qui font fermenter le saccharose et le maltose sans inversion préalable et par conséquent qui ne sécrètent pas de sucrase (Monilia candida).

3° Ceux qui font fermenter le saccharose, le glucose, le lactose et le galactose, comme les levures de lactose.

Parmi les levures, deux seulement intéressent le viticulteur, ce sont les levures elliptiques et les levures apiculées.

Le *saccharomyces ellipsoïdeus* constitue la levure de vin proprement dite. Il sécrète de la sucrase et fait fermenter le saccharose, le glucose et le lévulose.

La levure elliptique se présente sous forme de cellules transparentes, rondes ou ovales, ayant de 5 à 6 μ (millièmes de millimètre) dans leur plus grand diamètre. (fig. 11).

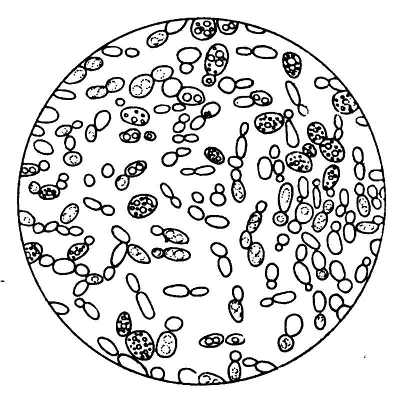


Fig. 11. — Levure de vin (S. ellipsoïdeus).

Elle donne 3 ou 4 spores dans l'asque.

Les levures elliptiques forment de nombreuses variétés se distinguant par leurs formes, leur résistance à la chaleur, à l'acidité, la rapidité et la régularité de la fermentation ; par la quantité de sucre qu'elles peuvent faire disparaître, l'alcool formé, la quantité d'acides volatils, le bouquet et la clarification plus ou moins rapide du liquide fermenté.

Le *saccharomyces apiculatus* se rencontre en abondance au début de la fermentation, puis, bientôt, il cède la place à la levure elliptique. Cela tient à ce que la levure

apiculée est incapable de vivre et de travailler lorsque la teneur du moût en alcool s'élève à 4 ou 5 pour 100.



Fig. 12. — S. apiculatus.



Fig. 13. — S. exiguus.

La levure apiculée se présente sous l'aspect de cellules en forme de citrons, terminées à leurs deux pôles par deux mamelons saillants ; leur longueur est de 6 à 8 μ.

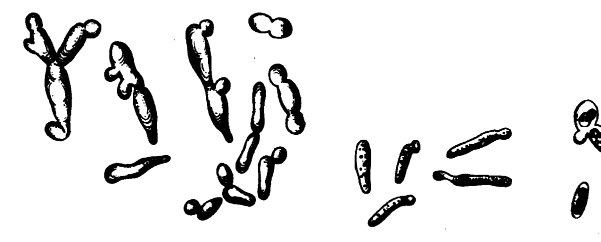


Fig. 14. — S. Pastorianus. Fig. 15. — S. Reessi. Fig. 16. S. conglomeratus.

La levure apiculée ne sécrète pas de sucrase et ne fait pas fermenter le saccharose.

POLYMORPHISME DES LEVURES

Les cellules de levure présentent un aspect différent suivant leur âge : jeunes, elles apparaissent turgescentes, pleines d'un protoplasma réfringent ; vieilles, elles sont ratatinées, vidées, avec un protoplasma granuleux. Placées dans un milieu défavorable, les cellules s'allongent davantage, leurs contours s'épaississent.

Les levures peuvent donc ainsi changer d'aspect suivant leur âge et suivant les conditions du milieu dans lequel elles vivent, c'est-à-dire qu'elles sont polymorphes.

Aussi, ni la forme, ni le mode de bourgeonnement ne suffisent pour les différencier. Il faut un ensemble de caractères spécifiques (d'ordre morphologique, chimique et physiologique) pour différencier les diverses races de levures.

Chacune des cellules a des propriétés d'espèce et de race qu'elle partage avec les cellules voisines et, en outre, des caractères propres qui la distinguent et qu'elle est susceptible de transmettre à des générations successives.

COMPOSITION DE LA LEVURE

La composition de la levure présente de grandes variations comme celle de tous les êtres vivants.

Les analyses suivantes, dues à Belohoubek, nous renseignent sur la composition générale des levures :

	LEVURE FRAICHE	LEVURE DESSÉCHÉE
Eau	68,02	»
Matières azotées	13,10	40,98
— grasses	0,90	2,80
Cellulose	1,75	5,47
Matières amylacées	14,10	44,10
Acides organiques	0,34	1,06
Matières minérales	1,77	5,54
Divers	0,02	0,05

La levure sèche contient de 2,5 à 7,5 pour 100 de cendres qui ont la composition suivante, toujours d'après le même auteur :

	CENDRES
	—
Acide phosphorique	51,10
— sulfurique	0,57
— silicique	1,60
Chlore	0,03
Potasse	38,68
Soude	1,82
Magnésie	4,16
Chaux	1,99
Divers	0,06

Remarquons de suite l'importance de l'azote dans la matière organique et la prédominance de l'acide phosphorique, de la potasse et de la magnésie dans les cendres.

Le globule de levure est formé d'une enveloppe constituée par une matière analogue à la cellulose et d'un contenu ressemblant à la matière azotée. On y trouve aussi de la matière grasse et des matières amylacées accumulées sous forme de réserves. Parmi les produits d'excrétion de la levure, il faut citer les acides volatils, la leucine, etc...

En résumé, nous voyons que les cellules de levure se rapprochent des grands champignons.

En l'absence de sucre, la levure vit à ses dépens et diminue de poids ; c'est l'autophagie de la levure. Dans ce cas, on trouve des produits de dédoublement des matières protéiques primitivement insolubles dans le globule de levure.

NUTRITION DE LA LEVURE

La levure respire, assimile et modifie ses principes comme tous les êtres vivants. Il lui faut, comme nous l'avons vu par sa composition des principes hydro-carbonés, des matières azotées et des matières minérales, parmi lesquelles l'acide phosphorique et la potasse doivent dominer.

Dans le moût de raisin, les différents sucres fournissent le carbone, l'hydrogène et l'oxygène nécessaires à la formation des tissus : l'albumine fournit l'azote. Quant aux sels minéraux, ils existent également sous des formes diverses.

La composition du moût est donc généralement suffisante pour assurer le développement de la levure.

Aliments azotés. — La levure absorbe les sels ammoniacaux mais n'utilise pas les nitrates. Sous ce rapport, elle se comporte d'une manière tout à fait différente des végétaux supérieurs.

Les matières albuminoïdes insolubles ne conviennent pas à la levure à cause de leur peu de diffusibilité. Les peptones sont, au contraire, très assimilables par la levure, de même que les matières protéiques solubles dans l'eau bouillante et les acides étendus et quelques corps amidés.

Dans certains cas, on peut être amené à enrichir le moût en matériaux azotés. C'est ainsi que la fermentation à basse température est favorisée par une faible dose de phosphate d'ammoniaque (Martinand.)

Aliments hydrocarbonés. — Les sels à acides organiques, acétates, tartrates, citrates, malates, succinates, l'acide malique, l'acide tartrique, peuvent servir d'aliments hydrocarbonés pour la levure, mais les aliments de prédilection lui sont fournis par les corps composant la famille des sucres.

Les sucres qui nous intéressent sont le saccharose qui n'existe pas dans le moût mais qu'on ajoute souvent à la vendange pour relever le titre alcoolique du vin et le sucre de raisin qui est, comme nous le savons, un mélange de glucose et de lévulose.

Le sucre de canne $C^{12}H^{22}O^{11}$ ne peut fermenter qu'après avoir assimilé une molécule d'eau. L'hydrolyse du saccharose a lieu extra-cellulairement par la *sucrase* sécrétée par la levure elliptique.

On obtient alors le sucre inverti qui est comme le

glucose un sucre en $C^6H^{12}O^6$ et qui fermente directement.

$$C^{12}H^{22}O^{11} + H^2O = 2(C^6H^{12}O^6)$$

Les sucres de la formule $C^6H^{12}O^6$ fermentent directement, mais présentent une résistance inégale à l'action de la levure, résistance qui semble déterminée par les lois de la mécanique chimique. C'est ainsi que le glucose fermente plus rapidement que la lévulose. Depuis les travaux de Bùchner, nous savons que la décomposition du sucre s'opère dans l'intérieur même de la cellule de levure, la *zymase* qui préside à cette transformation n'exsudant pas naturellement au dehors des globules. Chose curieuse, la zymase extraite de la levure broyée fait fermenter la lévulose aussi rapidement que le glucose. Cette différence avec la levure intacte provient sans doute de ce que le glucose est plus facilement diffusible au travers de la membrane cellùlaire.

D'autres levures, au contraire, font disparaître la lévulose plus vite que le glucose, tel le *saccharomyces exiguus*.

Du reste, cette propriété élective des levures pour les sucres est fortement influencée par la constitution du milieu et la température.

D'une manière générale, les sucres dont le nombre d'atomes de carbone est divisible par trois, sont seuls fermentescibles.

Aliments minéraux. — Nous avons vu que l'acide phosphorique figurait pour plus de 50 pour 100 dans la composition des cendres et la potasse pour près de 40 pour 100, ce qui indiquait le rôle prépondérant de ces deux éléments.

M. Mayer a fait des recherches nombreuses sur l'alimentation minérale des levures ; il a démontré que l'acide phosphorique et la potasse étaient des éléments indispensables pour la levure ; la chaux peut faire

défaut sans trop d'inconvénients, la magnésie est seulement utile.

Voici la composition du milieu de culture qui lui a donné les meilleurs résultats, par litre :

	grammes.
Sucre.	150
Phosphate de potasse.	5
— de chaux.	0,50
Sulfate de magnésie.	5
Nitrate d'ammoniaque.	0,75

Il est peut-être avantageux, dans certains cas, d'ajouter des phosphates à la vendange. Nous reviendrons sur ce sujet.

CIRCONSTANCES QUI FAVORISENT OU ENTRAVENT LA FERMENTATION ALCOOLIQUE

INFLUENCE DES AGENTS PHYSIQUES ET CHIMIQUES

Quantité de levure. — Toutes choses égales d'ailleurs, la transformation du sucre en alcool est d'autant plus rapide que le nombre des organismes est plus grand. Généralement cette quantité est très suffisante. Cependant, M. Martinand prétend que la levure elliptique, exposée au soleil pendant 4 heures à une température de 40 à 45° ou pendant trois jours, 4 heures par jour, à 36° est tuée. Si le fait est vrai on ne doit plus trouver, en Algérie, des levures elliptiques que sur les raisins bien abrités des rayons solaires par les feuilles. A l'abri de la lumière, au contraire, les levures résistent fort longtemps à ces températures (1).

Température. — La levure peut vivre à une très basse température, desséchée doucement, elle peut

(1) Le 23 juillet 1899, la température à l'ombre est restée comprise pendant plus de 6 heures entre 40 et 47 degrés, dans beaucoup de vignobles algériens.

supporter une température de 100° sans périr. Dans un liquide, elle est tuée à une température variable suivant la nature de ce liquide et la durée du chauffage.

Dans le moût de raisin et dans le vin elle est détruite entre 50 et 60°, après un chauffage de 5 minutes ; les spores résistent jusqu'à 70°.

L'élévation de la température est d'autant plus funeste que le moût est plus riche en sucre ou que le vin contient plus d'alcool. Les différentes levures ne présentent pas la même résistance à la chaleur ; il y en a qui deviennent inactives à une température peu élevée, tandis que d'autres peuvent travailler à une haute température.

L'action de la chaleur sur la levure et sur la fermentation est subordonnée à de nombreux facteurs que nous étudierons en détail, mais posons dès maintenant en principe qu'une température élevée abaisse le rendement en alcool et qu'une température comprise entre 20 et 30° est celle qui convient le mieux pour une bonne fermentation.

Pression. — La pression n'a aucune influence directe sur la levure, mais elle agit indirectement dans la fermentation en retardant le départ de l'acide carbonique formé qui est, comme nous allons le voir, un agent nuisible à la levure.

C'est ainsi que les brasseurs ont été amenés à faire fermenter la bière sans une pression inférieure à la pression atmosphérique, dans un vide partiel.

Concentration du moût. — L'activité de la fermentation est retardée lorsque la richesse en eau de la levure descend au-dessous d'un minimum. Dans un moût riche en sucre, la fermentation se fait moins bien parce que les cellules de levure perdent de l'eau grâce à l'échange endosmotique qui s'établit entre la levure et le liquide où elle baigne (le pouvoir osmotique des sucres est inversement proportionnel à leurs poids moléculaires).

Les moûts contenant 30 pour 100 de sucre peuvent être considérés comme renfermant les quantités maxima de sucre fermentescible. Des teneurs de 10 à 22 pour 100 de sucre sont les plus favorables pour une bonne fermentation.

Alcool. — L'alcool influence défavorablement la fermentation.

Au-dessus d'une certaine dose d'alcool la fermentation devient traînante. Cette action est d'autant plus marquée que la température est plus élevée. Les alcools supérieurs sont bien plus toxiques que l'alcool ordinaire, d'autant plus qu'ils sont plus riches en carbone.

Dans un liquide contenant 18 à 20° d'alcool, la fermentation s'arrête complètement. Cette action est du même ordre que celle du sucre, l'alcool enlevant graduellement au protoplasma de la levure une partie de son eau.

Oxygène. — La levure, largement et librement exposée au contact de l'air, dans un moût sucré, bourgeonne et se reproduit avec activité. Elle vit alors à la manière des cellules des animaux et des végétaux supérieurs ; elle est aérobie et transforme en tout ou en partie le sucre qu'elle n'utilise pas pour la production de ses tissus, en acide carbonique, elle ne donne pas ou très peu d'alcool et son poids représente 1/6 du sucre disparu.

Mais si on vient à mesurer l'air disponible, on voit, à mesure que l'oxygène devient rare, diminuer à la fois la puissance de prolifération et la quantité d'acide carbonique produite aux dépens d'une certaine quantité de sucre et on obtient des rapports de 1/100 jusqu'à 1/500 entre la levure et le sucre. En même temps apparaît un élément nouveau, l'alcool ; la levure est anaérobie. La proportion d'alcool tend rapidement vers un maximum qui se trouve atteint quand l'oxygène a complètement disparu. La reproduction est alors lente, pénible et faible, la levure prend l'oxygène combiné. Ce passage

de la vie aérobie à la vie anaérobie se fait par des transitions insensibles pendant la fermentation. Dans le premier c'est un phénomène d'oxydation qui domine (la production de l'acide carbonique), dans le second, c'est un phénomène de réduction.

La levure trouvant 10 fois moins de chaleur disponible dans le sucre lorsqu'elle en fait de l'alcool et de l'acide carbonique que quand elle le brûle au contact de l'air devra en décomposer dix fois plus pour produire un même travail de construction et d'entretien.

La levure s'attaque encore à d'autres principes. C'est ainsi que les moûts se décolorent pendant la fermentation.

Dans les moûts de raisins, la levure a, en général, assez d'oxygène à sa disposition, ce n'est qu'avec les moûts riches en sucre que l'aération, surtout au début, peut être utile.

Acide carbonique. — On sait que la levure peut supporter, sans perdre sa vitalité, le contact de l'acide carbonique, mais il entraverait la fermentation en agissant comme antiseptique. En se dégageant, il amène les globules de levure au contact de l'air libre et favorise ainsi leur développement.

Pendant la fermentation, on peut accélérer le départ de l'acide carbonique en maintenant dans la cuve une dépression de un tiers d'atmosphère environ, à l'aide d'une pompe capable de faire le vide. Si on fait arriver de l'air filtré sur du coton, par la partie inférieure, de manière à remplacer l'acide carbonique qui s'en va, on obtient une fermentation très rapide, grâce au dégagement continu d'acide carbonique et à l'agitation due à l'injection de l'air.

Acidité. — Une légère acidité du liquide à fermenter est une condition favorable pour le développement de la levure, mais toutes les levures ne se comportent pas de la même manière vis-à-vis de l'acidité d'un même moût. D'autre part, les acides agissent différemment suivant leur nature spécifique.

Tandis qu'une dose de 1 pour 100 d'acide tartrique, d'acide malique, d'acide citrique ou d'acide succinique ne gêne nullement la fermentation, certains acides de la série grasse à dose beaucoup plus faible, peuvent retarder ou arrêter la fermentation. D'après les recherches de Neale, 0,2 pour 100 d'acide formique, 0,5 pour 100 d'acide acétique, 0,15 pour 100 d'acide propionique, 0,05 pour 100 d'acide butyrique arrêtent la fermentation.

L'acide lactique peut être aisément supporté jusqu'à la dose de 2 pour 100 (Kayser).

Acide sulfureux. — L'acide sulfureux est probablement un antifermentescible par lui-même, mais, par suite de son affinité pour l'oxygène, il paralyse le développement de la levure en absorbant l'oxygène libre du moût nécessaire comme nous le savons au premier développement de la levure. D'un autre côté, en se transformant peu à peu en acide sulfurique, il augmente l'acidité du milieu et gêne le développement des bactéries qui préfèrent les liquides neutres ou peu acides.

La dose mortelle peut varier avec la composition du milieu, la température, l'âge de la levure, la durée d'action, etc.

La présence de faibles quantités d'un acide minéral exalte beaucoup la toxicité de l'acide sulfureux.

D'après les expériences de Nessler et de M. Linossier, avec une solution renfermant $0^{gr},3$ d'acide sulfureux par litre, la levure meurt au bout d'une heure. Avec $0^{gr},10$ par litre (soit 0,1 pour 100) la fermentation est arrêtée au bout de 24 heures. Avec $0^{gr},05$ par litre la levure meurt seulement au bout de plusieurs jours.

Nous reviendrons longuement sur ce sujet en parlant du soufrage.

Produits d'excrétion. — La levure élimine des acides volatils (acétique et propionique notamment), de l'aldéhyde, des alcools supérieurs en très faible quantité, des bases azotées (leucine, tyrosine, etc.) et diverses

autres substances, telles que la pyridine, la collidine, etc. Dans les fermentations normales, ces corps toxiques à des degrés divers, sont produits en très faible quantité, mais quand la levure se trouve dans un milieu défavorable, en état de souffrance, ils peuvent augmenter et arrêter tout à fait la fermentation.

ÉQUATION DE LA FERMENTATION ALCOOLIQUE

La fermentation alcoolique a pour principal effet la transformation du sucre en alcool sous l'influence de la levure. Le sucre est divisé en deux parties, l'une, l'acide carbonique plus riche que le sucre, en oxygène, l'autre, moins riche, l'alcool.

Le phénomène est représenté par l'équation suivante :

$$(1) \qquad C^6H^{12}O^6 = 2(C^2H^5OH) + 2CO^2$$

Mais cette réaction n'est vraie que pour 95 parties de sucre. Quatre autres parties sont employées à former de la glycérine et de l'acide succinique, suivant l'équation (2).

$$(2) \qquad 4(C^6H^{12}O^6) + 3H^2O = C^2H^4\left\{\begin{matrix}CO^2H\\CO^2H\end{matrix}\right. + 6[C^3H^5(OH)^3] + 2CO^2 + O$$

Le reste, soit environ une partie, est utilisé par la levure pour se constituer et se développer.

La transformation du sucre peut donc être représentée par l'équation suivante (3) :

$$(3) \qquad 99(C^6H^{12}O^6) + 3H^2O = 190(C^2H^5OH) + C^2H^4\left\{\begin{matrix}CO^2H\\CO^2H\end{matrix}\right. + 6[C^3H^5(OH)^3] + 192CO^2 + O$$

Mais ces réactions s'appliquent au cas d'une fermentation pure et dans des conditions telles que le poids de

la levure n'augmente pas notablement plus que le centième du poids du sucre décomposé.

La fermentation alcoolique étant assujettie aux mille variations que comportent les phénomènes de la vie, il n'est pas étonnant que, dans les conditions si variées où elle s'opère, nous obtenions des résultats différents.

L'équation d'une fermentation, dit M. Pasteur, est essentiellement variable avec les conditions dans lesquelles elle s'accomplit, et la recherche de cette équation est un problème aussi compliqué que celui de la nutrition chez un être vivant. En ce qui concerne la fermentation alcoolique, qui comporte plusieurs levures différentes, il existe, pour un sucre donné, autant d'équations générales qu'il y a de ces levures.

En fait, les divers produits de la fermentation peuvent varier dans des proportions assez grandes.

En moyenne, d'après M. Pasteur, 100 grammes de sucre de raisins donnent :

	grammes	
Alcool	48,4	ou 61cc d'alcool à + 15°
Acide carbonique	46,6	
Glycérine	3,2	
Acide succinique	0,6	
Levures (cellulose, matière grasse, etc.)	1,2	
	100,0	

Chaleur dégagée pendant la fermentation. — Quand la levure est exposée au libre contact de l'air, elle respire comme tous les êtres aérobies et trouve la chaleur dont elle a besoin pour l'édification de ses tissus et la synthèse de ses principes immédiats, dans la combustion du sucre par l'oxygène pris à l'air. Dans ces conditions, son pouvoir ferment est presque nul.

Mais quand la levure est submergée, quand elle devient ferment, elle trouve la source d'énergie dont elle a besoin dans la dislocation de la molécule de sucre.

La décomposition du sucre en alcool et en acide car-

bonique est, en effet, une réaction exothermique, et la levure qui préside à la destruction de la molécule de sucre lui emprunte la chaleur qui lui est nécessaire.

Une cellule vivante, dit M. Duclaux, n'est vivante qu'à la condition d'exercer autour d'elle un travail positif, pour lequel elle a besoin de trouver de la chaleur quelque part.

Quelle est la quantité de chaleur mise en liberté par la levure, lorsqu'elle fonctionne comme ferment alcoolique ?

Une molécule de sucre de raisin (180 grammes) peut donner en brûlant 679 calories (k. d.). D'autre part, nous savons que des deux corps qu'il fournit en fermentant, l'un, l'acide carbonique, est complètement brûlé, l'autre, l'alcool, peut encore dégager 646 calories en brûlant. La différence, 33 calories, représente la chaleur mise en liberté dans le dédoublement du sucre en alcool et en acide carbonique.

(1) $C^6H^{12}O^6 + 12O = 6CO^2 + 6H^2O + 679$ calories

(2) $C^6H^{12}O^6 = 2(C^2H^5OH) + 2CO^2 + 33$ calories.

(3) $2(C^2H^5OH) + 12O = 4CO^2 + 6H^2O + 646$ calories.

Ce chiffre est celui qu'on obtiendrait si on pouvait réaliser instantanément la transformation du sucre sans employer de levure et sans perte de chaleur.

En faisant des déterminations calorimétriques directes, M. Bouffard a trouvé que la chaleur dégagée par une molécule de sucre était seulement de 23 à 24 calories.

Avec un moût contenant 18 pour 100 de sucre, sa chaleur spécifique étant un, l'élévation de la température dans une cuve en fermentation devrait donc atteindre 23 à 24 degrés si les mesures de M. Bouffard sont exactes.

Ces conditions ne sont pas réalisées dans la pratique. La transformation n'est pas instantanée et, pendant qu'elle dure, le liquide fermentant perd constamment de la chaleur par rayonnement. Il y a ensuite l'acide

carbonique qui emprunte au liquide la chaleur nécessaire pour son dégagement. Vient ensuite la chaleur que la levure utilise pour ses besoins vitaux.

Tout ce qui reste après que ces causes de perte ont agi est de la chaleur sensible. En réalité, cette chaleur sensible est comprise entre 15 et 20.

Nous aurons à revenir sur cette question en nous occupant de la température des fermentations.

PURIFICATION DES LEVURES

La préparation d'une levure issue d'une cellule unique est une opération de laboratoire exigeant beaucoup de soins. En pratique, lorsqu'on possède une minime quantité de semence pure, il faut un appareil de multiplication pour pouvoir en obtenir de fortes quantités, mais on peut se contenter de faire un pied de cuve avec les raisins lavés.

Lorsque les viticulteurs ne peuvent pas recourir à ces procédés, ils peuvent essayer de purifier les levures de vendange.

Les levures de vendange renferment, comme nous l'avons déjà vu, des levures diverses, des bactéries, etc. Pour les purifier, on profite de ce que la levure elliptique peut prendre le dessus et dominer dans une fermentation bien conduite.

On peut alors se servir de ce moût en fermentation pour ensemencer une nouvelle cuve ou faire un pied de cuve avec du moût stérilisé.

Les levures recueillies après fermentation peuvent être purifiées par des lavages et des décantations successifs.

Il est bon de s'assurer de la pureté relative des levures, au moyen du microscope.

CHAPITRE VI

Amélioraion de certaines vendanges.

Dans la très grande majorité des cas, la vendange n'a pas besoin d'être modifiée dans sa composition pour donner un vin franc de goût, de constitution solide et de bonne tenue.

Il est des cas cependant où, par suite de conditions météorologiques mauvaises, l'amélioration de la vendange s'impose.

Le manque d'acidité est le défaut le plus fréquent qu'on observe en Algérie. L'insuffisance de sucre qui est commune dans la Métropole est très rare en Algérie ; nous en parlerons cependant pour que les viticulteurs sachent comment on doit faire le sucrage.

Reste enfin l'amélioration par les levures cultivées qui peut s'appliquer dans des circonstances variées.

MANQUE D'ACIDITÉ

L'acidification de la vendange se pratique couramment en Algérie, mais elle est souvent mal faite ou faite mal à propos. C'est ainsi que nous avons vu, en 1897, bon nombre de viticulteurs dont la vendange était suffisamment acide, la maturité des raisins ayant été interrompue par une chaleur excessive, ajouter de

l'acide tartrique par habitude et obtenir des vins désagréables.

La première chose à faire est donc de mesurer l'acidité du moût comme nous l'avons indiqué et de la relever si elle est insuffisante.

Remarquons que l'acidité totale du moût ne nous renseigne qu'imparfaitement sur l'influence de l'acidité sur la fermentation et la qualité du vin qu'on obtiendra. Il faudrait connaître la proportion de chacun des corps acides (acide tartrique, bitartrate, acide malique, etc.) qui entrent dans la somme acide et comment ils se comportent séparément.

L'acidité optimum nécessaire pour faire un bon vin varie avec chaque cépage, mais dans l'impossibilité où nous sommes de donner des chiffres pour tous les cépages, nous dirons seulement, pour fixer les idées, que toutes les fois que l'acidité totale exprimée en acide tartrique est comprise entre 7 et 8 grammes par litre, il n'y a pas avantage à acidifier.

Quand l'acidité est au-dessous de 6 grammes par litre, il faut toujours relever l'acidité, jusqu'à 8 grammes au maximum. Enfin, lorsque l'acidité est comprise entre 6 et 7 grammes, on peut souvent se dispenser de remonter l'acidité si les raisins ne sont pas très riches en sucre.

Nous allons passer en revue les divers moyens employés pour augmenter l'acidité de la vendange.

Acide tartrique. — Il était tout naturel de chercher à corriger le manque d'acidité par une addition d'acide tartrique puisque l'acidité naturelle du moût est, comme nous l'avons déjà vu, en majeure partie constituée par l'acide tartrique ou son sel de potasse. L'acide tartrique ajouté reste en partie en liberté, le reste est transformé en bitartrate insoluble. En prenant la potasse aux autres acides du raisin, l'acide tartrique les met en liberté, les déneutralise.

L'addition d'acide tartrique se fait d'une façon fort simple. Quand la quantité à ajouter à un foudre donné a

été calculée, on répartit l'acide à la main sur la vendange, dans le fouloir, au fur et à mesure du remplissage.

L'acide tartrique doit toujours être ajouté avant la fermentation, jamais au vin fait. Ajouté au vin fait, il reste en liberté et lui communique une saveur acerbe qui agace les dents.

L'addition d'acide tartrique à la vendange est une opération parfaitement licite.

Plâtrage. — Le plâtrage est un moyen indirect d'augmenter l'acidité de la vendange. Cette pratique très répandue dans le sud de la France s'est également implantée en Algérie.

On saupoudre la vendange, dans le fouloir, avec du plâtre, à raison de 250 à 300 grammes par hectolitre de vin à obtenir.

Le plâtrage a pour effet de transformer la crème de tartre en tartrate de chaux et de donner du sulfate acide de potasse

$$C^2H^4<^{CO^2H}_{CO^2H}>O^2+SO^4Ca=SO^4KH+C^2H^4<^{CO^2}_{CO^2}>CaO^2$$

Plus tard, dans le vin, le sulfate acide de potasse agirait sur les sels de potasse à acides organiques, se transformerait en sulfate neutre en mettant en liberté une quantité équivalente des acides organiques.

Quoi qu'il en soit, on voit que l'acidité totale ne serait pas changée si l'action du plâtre en restait là. Mais comme le moût a perdu une grande partie de son tartre et qu'il a été appauvri en sels de potasse à acides organiques, il est apte, au contact des parties solides du raisin qui en ont en réserve, à en redissoudre une nouvelle quantité.

On a calculé que chaque gramme de sulfate neutre de potasse introduit dans le vin par la réaction ci-dessus augmentait l'acidité du vin de $0^{gr},25$ environ (acidité exprimée en acide sulfurique), mais ce n'est pas constant.

Le plâtrage est donc un moyen incertain pour augmenter l'acidité de la vendange et, à ce point de vue, il est bien inférieur au *tartrage*.

Il convient d'ajouter que souvent le plâtre contient des impuretés (carbonate de chaux, de magnésie, etc.) qui saturent les acides du moût et réduisent le surcroît d'acidité apporté par le plâtrage.

D'un autre côté, la loi impose de ne pas dépasser la limite maximum de 2 grammes de sulfate de potasse par litre, ce sel, à dose plus élevée, étant regardé comme nuisible à la santé. De plus, le sulfate de potasse communique aux vins une âpreté, une rudesse spéciale qui les place en défaveur aussi bien auprès des commerçants que des consommateurs.

Pour tous ces motifs, la pratique du plâtrage n'est pas à recommander. Elle sert souvent à masquer une vinification défectueuse. En outre de l'augmentation d'acidité, le plâtre hâte notablement la clarification du vin et lui donne plus de brillant et plus de tenue; mais tous ces avantages peuvent facilement être obtenus par une vinification bien conduite, une grande propreté et des soins judicieux, comme nous le verrons dans la suite de ce livre.

Si l'emploi du plâtre n'est pas à conseiller aux viticulteurs, *a fortiori* doivent-ils rejeter complètement l'emploi de l'acide sulfurique indiqué par certains publicistes agricoles.

Phosphatage. — La pratique du phosphatage, due à M. Hugonnenq, s'est répandue en Algérie.

Il ne détruit pas la finesse du vin, il est utile à la fermentation et introduit dans le vin un principe important pour l'alimentation, l'acide phosphorique.

Pour le phosphatage de la vendange, on emploie du phosphate de chaux bicalcique qu'on répand sur les raisins, dans le fouloir, à la dose de 250 grammes environ par quintal de vendange.

Le phosphate de chaux se dissout à la faveur de l'aci-

dité du moût, puis entre en réaction avec le bitartrate de potasse pour donner du phosphate acide de potasse et du tartrate neutre de chaux.

D'après nos expériences, le phosphate de chaux exercerait une influence retardatrice sur le départ de la fermentation.

Les effets du phosphatage sont les mêmes que ceux du plâtrage, avec cette différence que les vins phosphatés n'ont pas les inconvénients des vins sulfatés.

L'augmentation de l'acidité est irrégulière et résulte d'une action analogue à celle que nous avons analysée dans le plâtrage.

Le phosphatage avive la couleur des vins, leur donne de la tenue. De plus, d'après nos expériences, les vins phosphatés renferment en moyenne $0^{gr},8$ de plus d'acide phosphorique par litre que les vins non phosphatés.

L'emploi du phosphate dans la vinification donne donc d'excellents résultats en exerçant une action favorable sur la fermentation et la constitution du vin.

C'est un moyen que nous conseillons aux viticulteurs d'employer, concurremment avec le tartrage.

MANQUE DE SUCRE

Le sucrage est le remède à la pauvreté en sucre d'une vendange. Cet inconvénient ne se présente qu'exceptionnellement en Algérie ; cependant nous croyons utile de décrire cette opération que les viticulteurs peuvent être appelés quelquefois à exécuter (1).

---

(1) Le dimanche 23 juillet 1899, un violent coup de siroco élevait brusquement la température qui oscillait entre 40 et 47 degrés dans la plupart des régions du Tell. Au soleil, la température dépassait 60 degrés (56 au thermomètre ordinaire et 68 au thermomètre à boule noircie). La température des grappes découvertes et exposées au midi s'élevait au-dessus de

D'abord, quand doit-on sucrer? Si l'alcool ne détermine pas la qualité d'un vin, il est le principal facteur de sa valeur commerciale et de sa conversation. Il y a donc intérêt à faire du vin ayant un certain minimum d'alcool.

On admet généralement que les vins qui renferment au moins 10 pour 100 d'alcool en volume sont dans de bonnes conditions pour se conserver et supporter les transports, s'ils sont bien faits.

Quand le moût présente une richesse telle en sucre que le vin qui en résultera sera notablement inférieur à 10°, on peut avoir avantage à le sucrer pour relever son titre alcoolique.

On commence donc par déterminer la richesse saccharine de la vendange en se servant du mustimètre Salleron comme nous l'avons déjà indiqué. Si le mustimètre marque 1075 à 15°, le moût contient 17 pour 100 de sucre (c'est-à-dire 17 kilogrammes par hectolitre) et donnera un vin ayant 10 pour 100 d'alcool.

Il n'y a pas lieu de recourir au sucrage.

Si, au contraire, le mustimètre donne moins, par exemple 1065, le moût ne contient que 14,3 pour 100 de sucre et le vin fait n'aura que 8,4 pour 100 d'alcool; il faudra ajouter 27 grammes de sucre cristallisable par litre (soit $2^{kgr},7$ par hectolitre) pour obtenir un vin à 10 degrés.

La table insérée à la page 26 donne, sans calcul, toutes ces indications.

Pratiquement, il faut ajouter $1^{kgr},700$ de sucre pour élever de un degré le titre alcoolique d'un hectolitre de vin.

---

60 degrés. A ces hautes températures, les feuilles sont plus ou moins atteintes suivant les conditions de végétation ; la chlorophylle est détruite dans les parties surchauffées. Les grains sont plus ou moins desséchés et la maturation est enrayée.

Finalement les raisins ainsi éprouvés restent peu sucrés.

Pour le sucrage, on se sert du sucre blanc n° 3 ou du sucre cristallisé.

Nous avons déjà vu que le saccharose change de propriétés avant d'entrer en fermentation, il fixe une molécule d'eau et se change en sucre interverti, c'est-à-dire en un mélange de glucose et de lévulose, lesquels sont directement fermentescibles :

$$\underset{\text{sucre}}{C^{12}H^{22}O^{11}} + H^2O = \underset{\text{glucose}}{C^6H^{12}O^6} + \underset{\text{lévulose}}{C^6H^{12}O^6}$$

Mais nous avons vu aussi que l'hydrolyse du sucre est produite par une substance soluble (*sucrase*) excrétée par la levure elliptique et répandue dans la totalité du liquide.

Dans la vinification en rouge, il suffit donc de mélanger le sucre à la vendange en la saupoudrant dans le fouloir à mesure qu'on remplit les cuves. Dans la vinification en blanc, il est préférable de l'ajouter sous forme de sirop dans les tonneaux, au début de la fermentation et de bien mélanger.

Ce n'est que dans le cas où la dose de sucre ajouté est considérable qu'il convient d'intervertir préalablement le sucre avant de l'introduire dans la vendange.

La transformation du sucre de canne en glucose et lévulose s'obtient en chauffant pendant une demi-heure à l'ébullition le sucre dissous dans l'eau avec 1 pour 100 (soit 10 grammes par kilogramme) de son poids d'acide tartrique. Après l'inversion, on laisse refroidir jusqu'à 30° et on verse dans la cuve.

Le sucrage ne peut se faire économiquement que grâce à la réduction de taxe sur les sucres destinés à cette opération.

En effet, les cristallisés valent au moins 93 francs le quintal, droits acquittés. Dans ces conditions, le degré d'alcool coûterait environ $0,93 \times 1,7 = 1$ fr. 60, prix généralement supérieur au prix de vente.

Mais l'impôt sur le sucre de 60 francs a été réduit à 24 francs seulement pour les sucres destinés au sucrage. Cette diminution de 36 francs dans le prix du quintal de sucre permet de l'utiliser avec avantage.

Cette réduction de taxe est devenue partout une source de fraude et les associations agricoles demandent l'abrogation de la loi de juillet 1884 sur le sucrage. A mon avis, ce serait une faute, parce que le sucrage permet, dans les pays où la maturité se fait souvent mal, de faire un vin moyen se rapprochant de celui des bonnes années. Seulement la décharge donnée par la régie, au moment du sucrage, ne doit pas être accordée, pour ainsi dire, en fermant les yeux, sans contrôle sérieux (1).

Ajouter du sucre à la vendange en quantité strictement limitée pour faire un vin solide et bien constitué est une opération aussi licite et aussi avantageuse que celle qui consiste à ajouter de l'acide tartrique pour corriger le défaut d'acidité.

En résumé, on voit qu'en se basant sur l'analyse préalable du moût, on peut tirer parti de toutes les vendanges, même défectueuses, et se rapprocher d'un vin normal et de bonne qualité avec le moins de dépense possible.

Mais il faut se garder d'acidifier au hasard, de sucrer au petit bonheur, sans connaître au préalable ni le sucre, ni l'acidité de son moût, ni les degrés d'alcool et d'acidité les plus convenables qu'il est rationnel d'en obtenir.

Nous savons qu'un même cépage, dans une même localité, donne, d'une année à l'autre, des vins de composition parfois très différente, mais que les vins de certaines années sont supérieurs. Ce qu'il y a de mieux

(1) Il s'agit ici, bien entendu, du sucrage limité à la vendange et non de la fabrication des vins de seconde cuvée.

à faire, c'est quand la composition de la vendange s'éloigne trop de celle des bonnes années, de chercher à s'en approcher pour obtenir sans trop de dépense, un bon vin qui n'atteindra pas le type supérieur produit dans les années favorables mais qui s'en écartera moins.

LEVURES CULTIVÉES

L'emploi des levures cultivées est maintenant pratiqué par un grand nombre de viticulteurs en Algérie.

Les différents auteurs qui se sont occupés de vulgariser ce procédé et de le faire passer dans la pratique se sont sertout attachés à faire ressortir l'influence des levures sélectionnées sur le bouquet. Pour eux, le principal objectif était de faire du bourgogne ou du bordeaux avec de l'aramon, par exemple.

Depuis, les nombreuses expériences qui ont été faites sur ce sujet ont démontré que la levure d'un grand cru ajoutée à un moût ordinaire est tout à fait impuissante à lui donner les qualités spéciales du vin dont elle provient.

L'influence de la levure sur le bouquet du vin est extrêmement faible, si elle existe. Les levures de champagne, pas plus que les autres, possèdent à cet égard une propriété bien nette.

Nous avons eu l'occasion de déguster un certain nombre de vins levurés et nous avons toujours trouvé entre eux et les vins témoins des différences de bouquet insignifiantes et pouvant aussi bien provenir des autres causes contingentes que des levures employées.

C'est que le bouquet ou l'arome d'un vin est le produit de nombreux facteurs parmi lesquels la nature des raisins, c'est-à-dire le cépage, et les caractères qu'ils tiennent des conditions de milieu, sol, climat, ont une telle prépondérance, que l'arome donné par les levures passe inaperçu. A notre avis, les soins donnés à la

vendange et ultérieurement au vin, propreté du matériel vinaire, fermentations bien conduites, ouillage, soutirage, etc., ont plus d'influence sur le bouquet final du produit que les levures.

Pour notre part, en ce qui concerne l'amélioration du bouquet, nous avons toujours obtenu des résultats négatifs. Mais si les levures sélectionnées modifient peu ou pas du tout le bouquet des vins, elles paraissent être un des moyens à employer pour assurer une bonne et prompte fermentation et obtenir un vin franc de goût et de bonne conservation. Cela suffit pour justifier leur emploi.

A quelles levures doit-on s'adresser? C'est une question qui ne peut être résolue par que de nombreuses expériences et à laquelle l'état actuel de nos connaissances sur ce sujet ne permet pas de donner une réponse précise. Mais nous savons que les levures, comme tous les êtres vivants, sont l'expression du milieu dans lequel elles vivent.

Si on vient à changer les conditions du milieu, elles doivent s'adapter à ces nouvelles conditions ou disparaître. Les levures étrangères, apportées du dehors, sont donc généralement dans de plus mauvaises conditions que les levures indigènes pour travailler.

Jusqu'à nouvel ordre, il semble donc rationnel d'employer les levures du pays qui sont adaptées aux conditions d'existence et capables de donner, toutes choses égales d'ailleurs, de plus hauts rendements. Parmi les levures indigènes, il y a sans doute des races qui sont douées d'une plus grande résistance à la chaleur, qui donnent plus d'alcool pour une même quantité de sucre et qui assurent le maximum de qualité au produit fermenté. Mais nous ne connaissons pas encore suffisamment les conditions de la vie de chaque espèce pour en tirer tout le parti que les recherches de M. Kayser font espérer.

En attendant, nous pouvons nous contenter des

levures pures indigènes que l'on obtient de la manière suivante :

Les levures sont d'abord purifiées par des cultures successives dans des matras Pasteur, puis ensemencées dans des tubes de gélatine sucrée. En ayant soin d'ensemencer les tubes avec une petite quantité de levure seulement, on obtient des colonies bien séparées les unes des autres. Chaque colonie, issue d'un seul globule de levure, sert ensuite à ensemencer un ballon rempli de moût stérilisé. Au bout de quelques jours, le moût des ballons est en pleine fermentation et peut être employé pour faire un pied de cuve.

Le vigneron qui ne peut pas se livrer à toutes ces manipulations délicates est obligé de s'adresser au commerce pour se procurer des levures pures. Les fabriques de levures sont en mesure, grâce aux appareils de multiplication continus, de produire des levures à peu près pures, en grande quantité.

Quand on est en possession d'une certaine quantité de levure pure, il faut tâcher d'assurer, non pas sa substitution complète aux levures naturelles ou sauvages apportées par la vendange, ce qui ne serait possible qu'avec la stérilisation de cette vendange, mais sa prédominance sur le travail des autres levures.

Pour obtenir ce résultat, il convient de faire un pied de cuve ou un levain avec des raisins lavés à grande eau pour leur enlever la majeure partie des ferments naturels. Le levain ainsi préparé est ensuite versé en pleine fermentation sur la vendange, au fur et à mesure du remplissage de la cuve. Cette cuve fournira à son tour un pied de cuve pour la cuve suivante et ainsi de suite. Dans la vinification en blanc, on introduit le levain dans le tonneau et on brasse bien.

Certains propriétaires d'Algérie qui emploient ce système s'en trouvent bien. Ils obtiennent une fermentation plus régulière et plus rapide des moûts (36 à 40 heures), un dépouillement plus hâtif du vin.

On voit que la vinification tend de plus en plus à devenir une véritable industrie, comme la brasserie, mais que dans la vinification les difficultés à surmonter sont bien plus grandes à cause de variations infinies qu'on rencontre dans la composition des moûts et aussi à cause des levures sauvages apportées par les raisins, levures qui disputent le terrain aux levures cultivées.

L'addition de levure cultivée à la vendange a donc pour résultat de donner un vin meilleur et plus solide que celui provenant de la même vendange sans addition de levure, sans changer son caractère originel, grâce à la prédominance d'un bon ferment.

La levure cultivée n'empêchant pas les levures sauvages de se développer, non plus que les autres micro-organismes apportés par les raisins; il est clair que l'influence du levain va en s'atténuant de plus en plus et qu'il est nécessaire, au bout d'un certain nombre de cuvées, de le renouveler en partant d'une nouvelle quantité de levure pure.

BIBLIOGRAPHIE

DUCLAUX. — *Chimie biologique*. Paris, 1883.

— Traité de microbiologie. Paris, 1898.

KAYSER. — Les levures. Paris, 1896.

Arthur CROFT HILL. — Réversibilité de la zymohydrolise. *Transactions of the Chemical Society*, 1898.

BUCHNER. — Fermentation alcoolique sans globules de levure. *Berichte der deutschen chemischen Gesellschaft*, 1897 et 1898.

J. DUGAST. — Expériences avec les levures cultivées et sélectionnées. *Bulletin de la station agronomique d'Alger*, 1893.

PASTEUR. — Études sur le vin. Paris, 1873.

CHAPITRE VII

Cellier.

Le local dans lequel s'effectue la fermentation porte le nom de cellier ou de cuverie. Il faut un local simple et de grandeur proportionnée à l'importance du vignoble. Il est tout à fait inutile de faire des murs d'une grande épaisseur, d'enterrer le bâtiment sur une ou plusieurs faces et de le munir de doubles portes pour éviter l'action des rayons du soleil.

M. Toutée a cité l'exemple d'un propriétaire tunisien qui avait dépensé 1,200,000 francs pour faire construire une cave qui devait mettre ses cuves à l'abri de la température et qui, en réalité, servait à les maintenir, douillettement, à une température de 40 à 50 degrés.

Nous pourrions également citer, en Algérie, telle cave dont les murs pourraient résister à un siège prolongé et qui conviendrait beaucoup mieux pour faire une casemate que pour loger du vin, malgré les quelques centaines de mille francs qu'elle a coûté.

Les variations de la température du cellier sont sans effet sensible sur la température des cuvées, ainsi que nous l'avons maintes fois observé. Cela tient à ce que la production de chaleur dans l'intérieur de la cuve est rapide et que sa déperdition à travers les parois est très lente. Il suffit de comparer les graphiques de la

figure 17 pour s'en convaincre. Le siroco, en échauffant l'air extérieur, diminue la perte de chaleur et permet d'atteindre plus vite le maximum de température. La fermentation s'arrête un peu plus tôt, voilà toute la différence.

Ce que l'on doit chercher avant tout, c'est un bâtiment simple, solide et disposé de telle façon que les manipulations puissent être exécutées le plus économiquement possible et avec la main-d'œuvre minimum. Il faut de larges ouvertures pour établir une bonne ventilation quand le besoin s'en fait sentir.

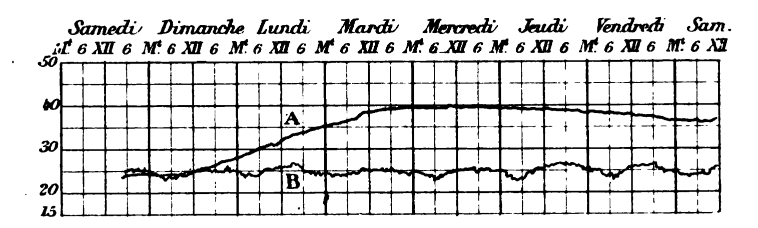


Fig. 17. — Courbes des températures pendant la fermentation : A, température de la cuvée ; B, température du cellier.

Il faut, contrairement aux idées reçues, que le cellier soit fait pour loger un matériel donné, disposé d'une façon déterminée, et non le matériel qui soit approprié au bâtiment. En résumé, il faut éviter les dépenses inutiles, mais ne rien négliger au point de vue de la commodité des diverses opérations que nécessite la vinification.

Dans les grands vignobles, les instruments nécessaires aux différentes manipulations (monte-charges, fouloirs, pompes, pressoirs, etc.) sont actionnés par la vapeur ou l'électricité et le cellier doit être disposé *ad hoc*.

Il faut autant que possible isoler le cellier de la cave de conserve.

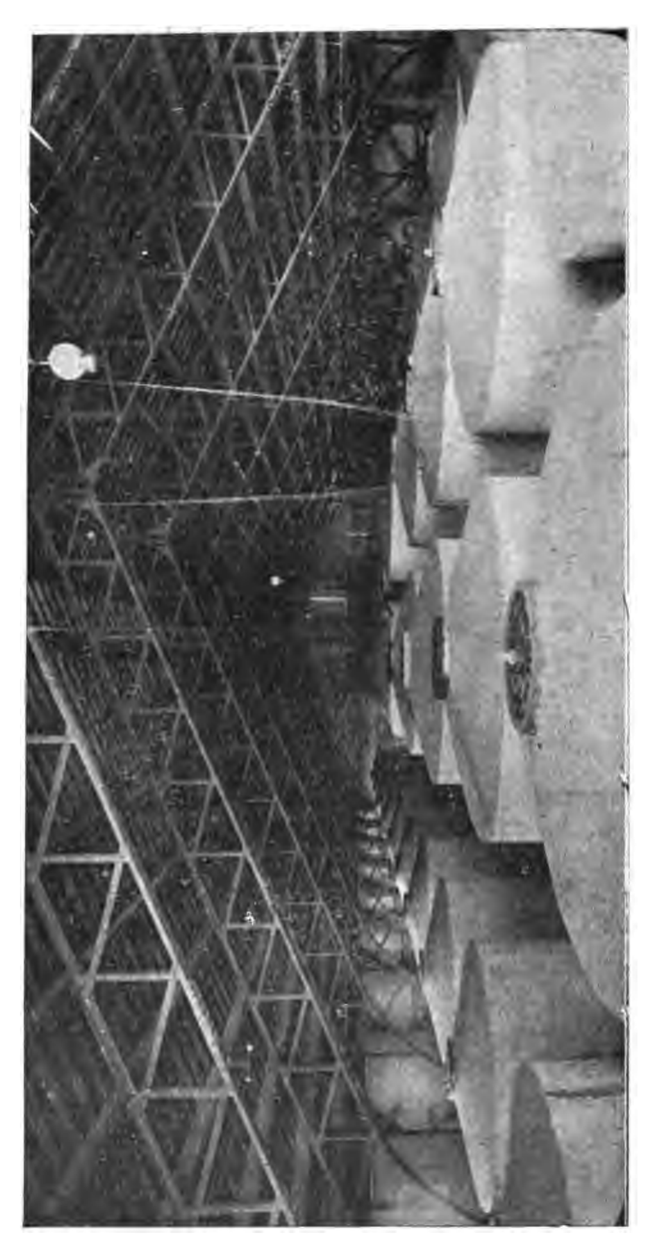


Fig. 18. — Cellier avec charpente métallique, renfermant des amphores de 400 et 500 hectolitres en fer et ciment.
(Domaine d'Abziza près Boufarik).

VASES VINAIRES A FERMENTATION

Les vases vinaires qui servent habituellement à la fermentation sont :

Les cuves en bois, en pierre, en briques, en sidéro-ciment, etc. ;

Les foudres et les tonneaux de plus petite dimension.

Pourvu que les conditions nécessaires à une bonne fermentation soient réalisées, il importe peu qu'elle s'opère dans tel récipient plutôt que dans tel autre. C'est donc le côté économique, le prix de revient, les soins d'entretien, la durée et leur aptitude à être utilisés pour loger le produit fermenté qui doivent guider les viticulteurs dans le choix des vases vinaires.

Cuves. — Les cuves en bois sont tronconiques, ouvertes ou fermées. Les cuves en pierre sont à section rectangulaire ou carrée, avec des angles arrondis, ouvertes ou voûtées, avec ou sans revêtement de carreaux de verre ou de carreaux vernissés. Le revêtement en verre est excellent.

Les cuves en brique sont à section elliptique ou cylindrique ; on les désigne sous le nom d'*amphores* (fig. 19).

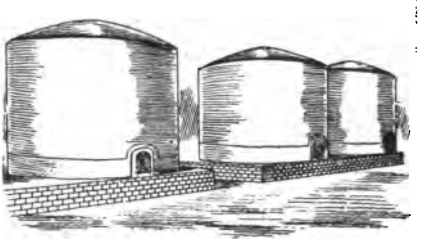


Fig. 19. — Amphores en sidéro-ciment.

Les cuves en tôle émaillée ou vernissée sont ordinairement cylindriques. Le fer étant attaqué par les acides du vin, il faut absolument recouvrir toute la surface interne des cuves en tôle d'un vernis imperméable et sans action sur ce liquide.

Enfin les cuves et amphores en fer et ciment qui peuvent être construites de toutes formes et de toutes dimensions. Elles sont formées par une carcasse en fils de fer reliés à des cadres; l'ensemble, qui constitue une sorte de panier à larges mailles, est enduit de mortier de ciment à prise lente et les dernières couches sont lissées.



Fig. 20. — Amphores de 400 et 500 hect. en sidéro-ciment et à parois verrées. (Domaine de Mouville près Bône.)

Les cuves en fer et ciment (sidéro-ciment) encore toutes nouvelles, sont déjà très répandues en Algérie. Leur résistance, leur durée, le bas prix auquel elles

peuvent être établies (3 à 6 francs par hectolitre, suivant les dimensions) leur assurent une place de plus en plus importante dans la vinification en Algérie. Les divers composés de chaux qui existent dans les ciments sont attaqués par le vin, aussi faut-il les préserver du contact de ce liquide. On y arrive facilement par le silicatage des parois intérieures. Voici comment on peut procéder à l'opération: On lave d'abord les parois avec une solution d'acide sulfurique à 10 pour 100, puis on fait deux badigeonnages successifs avec une solution de silicate de potasse à 25 pour 100. Cette peinture au silicate de potasse, une fois sèche, est complètement inattaquable par le vin et possède en outre l'avantage d'imperméabiliser d'une manière absolue les parois de la cuve. Les amphores, fermées en calotte à leur partie supérieure, ont une ouverture centrale carrée ou ronde (1).

On peut, par un dispositif spécial dans le système de fermeture supérieure, à l'aide de deux rondelles concentriques, transformer la cuve de fermentation en amphore de conserve, ou inversement (fig. 21). Le fond doit être légèrement en pente pour que le liquide vienne converger à la porte de sortie.

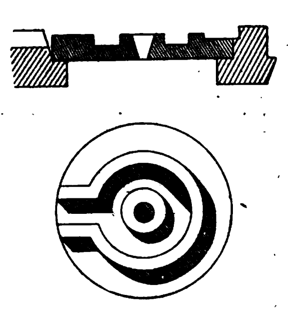


Fig. 21.
Fermeture système L. Meley.

Les cuves en maçonnerie à parois épaisses sont de plus en plus délaissées. Il en est de même des cuves en bois qui demandent beaucoup de soins d'entretien.

Foudres et tonneaux. — Les foudres et les tonneaux

(1) Le silicatage ou le verrage des cuves ou amphores n'est pas absolument nécessaire avec certains ciments.

sont utilisés dans tous les pays viticoles pour la fermentation ou pour la conservation du vin. Ils conviennent parfaitement pour loger le vin pendant le temps qui s'écoule depuis le décuvage jusqu'au commencement de l'été. Pendant cette période, le vin a besoin d'air pour se dépouiller et perdre sa verdeur. L'air qui filtre d'une manière continue à travers les douelles exerce une action salutaire sur la maturité du vin. Les amphores en brique ou en sidéro-ciment, au contraire, sont préférables pour la conservation des vins faits. Le vin se trouve ici placé dans une immense bouteille, à peu près complètement soustrait à l'influence de l'air et ne vieillit pas.

Mais, étant données les habitudes du commerce en Algérie, d'acheter les vins aussitôt après la fermentation, ces considérations ne doivent pas trop peser sur le choix des vases vinaires.

Les foudres et les tonneaux, les amphores en brique ou sidéro-ciment répondent donc à des besoins différents et peuvent être employés concurremment dans des proportions déterminées par les besoins de l'exploitation.

D'une manière générale, l'entretien des récipients en bois est bien plus coûteux et le nettoyage plus difficile. On peut, du reste, remédier en partie au défaut de perméabilité à l'air des amphores, en faisant des soutirages plus fréquents pendant la période de maturité du vin.

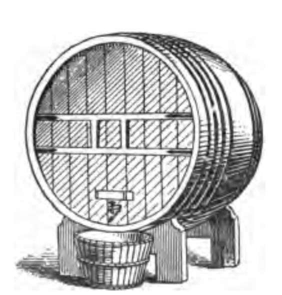


Fig. 22. — Foudre.

Ce qu'il faut éviter, aussi bien pour les foudres que pour les cuves ou les amphores, c'est de leur donner de trop grandes dimensions.

Il faut que le récipient à fermentation puisse facilement être rempli dans une journée.

Quelle que soit la nature des vaisseaux employés pour la fermentation, il est souvent nécessaire de les munir de dispositifs spéciaux que nous aurons à étudier plus loin.

CHAPITRE VIII

Vinification en rouge.

La première manipulation que subit le raisin apporté au cellier avant de passer dans la cuve à fermentation est le *foulage*. Le foulage qui consiste à désorganiser le raisin de telle sorte que la pulpe et le jus soient chassés de leur enveloppe, de la pellicule, sans que les rafles ni les pépins soient atteints, est pratiqué par tous les viticulteurs. Les appareils destinés à ce travail ont reçu le nom de fouloirs.

Fouloirs. — Les fouloirs actuellement en usage comprennent deux cylindres en fonte cannelés tournant en sens inverse : l'un est cannelé parallèlement à l'axe qui est calé sur un palier fixe ; l'autre porte des cannelures hélicoïdales, est animé d'une vitesse 2 ou 3 fois supérieure et est placé sur un palier que deux tiges de fer attachent aux deux extrémités d'un ressort. L'écartement des cylindres est réglé avec soin, mais si un corps dur se présente, le cylindre mobile, c'est-à-dire celui qui est maintenu par les ressorts, peut s'écarter, le laisser passer, et revenir ensuite à sa première position (1).

---

(1) L'écartement minimum des cylindres est limité à 3 millimètres pour que les rafles et les pépins puissent échapper au broyage. Une vis de rappel

Les axes sont munis chacun d'une roue dentée engrenant l'une avec l'autre. Au moyen d'un pignon denté, actionné par une manivelle ou par un volant, on met en mouvement l'une de ces roues. Une trémie amène les raisins entre les cylindres et un entonnoir reçoit la vendange après le foulage. L'appareil est monté sur un châssis fixe ou sur un châssis muni de roulettes pour faciliter le transport d'une cuve à l'autre. Le fouloir agit par compression à la façon d'un laminoir quand la vitesse des deux cylindres est sensiblement la même, mais il agit aussi par déchirement lorsque la vitesse des cylindres est différente.

Pour avoir un bon travail, il faut alimenter l'appareil d'une manière régulière. On arrive facilement à fouler 30 à 35 quintaux de vendange à l'heure (1).

Le rendement en jus est assez faible avec les fouloirs à deux cylindres, ce qui est un inconvénient quand on veut vinifier en blanc les raisins rouges et obtenir par conséquent le maximum de jus de goutte au foulage afin d'éviter les teintes rosées.

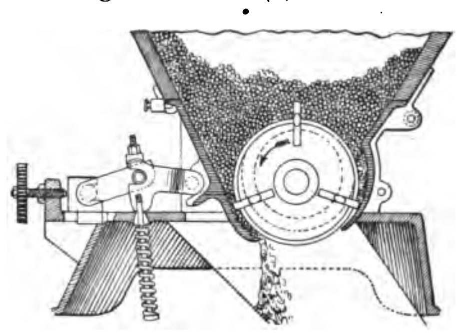


Fig. 23. — Coupe du fouloir Simon.

---

agissant sur les ressorts du cylindre à rotation lente permet d'en régler la tension. Dans certains fouloirs la vitesse des deux cylindres est la même. Dans d'autres, le profil des cannelures est arrondi au lieu d'être triangulaire ; elles sont rectilignes et parallèles à la génératrice du cylindre.

Certains constructeurs donnent une vitesse égale aux deux cylindres ; d'autres suppriment les ressorts et maintiennent le cylindre mobile en place par des vis de pression agissant sur les coussinets.

(1) On peut fouler depuis 15 jusqu'à 100 quintaux à l'heure, suivant la dimension des appareils et suivant qu'ils sont manœuvrés par des hommes ou par un moteur.

Dans ce cas, on peut-se servir d'un fouloir à double effet, c'est-à-dire muni de deux paires de cylindres.

Il faut encore citer les fouloirs à cylindres engrenants, se pénétrant sans se toucher et dont les engrenages restent à une distance constante pendant la rotation. Dans le fouloir Simon, les deux cylindres horizontaux sont munis de palettes qui foulent les raisins contre des dossiers maintenus en place par des ressorts.

L'essentiel, pour tous ces appareils, c'est que le grain soit bien écrasé, sans que les autres parties du raisin, pépins et rafles, soient atteintes.

Le diamètre des cylindres, le relief des cannelures ou des dents ont une grande influence sur le rendement de l'outil et la perfection du foulage.

Les cannelures doivent être suffisamment accusées pour assurer l'entraînement de la vendange, mais elles ne doivent pas être trop saillantes pour éviter de briser la grappe. Avec des cylindres à fort diamètre, la rafle se moule sur les contours sans se briser.

L'élévation de la vendange au niveau du fouloir s'obtient de diverses manières suivant l'importance du vignoble.

Dans les petites et les moyennes exploitations, les charrettes arrivent au niveau supérieur des cuves par rampes et on verse directement les paniers ou on les porte dans le fouloir.

Dans les grandes exploitations, on utilise la chaîne à godets ou la grue. La noria doit être un peu inclinée et la fosse où s'alimentent les godets aussi étroite que possible.

Avec la grue, on peut avoir avantage à élever la vendange au-dessus du premier étage, à un second étage, de manière à la déverser dans une grande trémie qui alimente le fouloir. Sur le plancher du premier étage, des wagonets en toile ou en métal reçoivent la vendange foulée et la conduisent au-dessus des foudres et des cuves.

On emploie aussi quelquefois les treuils.

En résumé, l'élévation de la vendange peut se faire de bien des manières et c'est au viticulteur à choisir, dans chaque cas particulier, le système d'élévation approprié à son installation.

Toutes les fois que le fouloir est élevé au-dessus du premier étage, on peut remplacer, pour des petites distances, les transporteurs par un simple couloir en bois.

Un ingénieur, M. Paul, a eu l'idée de recourir à la force centrifuge pour désorganiser le grain de raisin.

Ce fouloir qu'il a nommé *turbine aéro-foulante* comprend un cylindre métallique fixe dont l'axe mobile porte deux plateaux horizontaux. La vendange est élevée par une chaîne à godets et versée sur le premier plateau, d'où elle est projetée sur les parois fixes du cylindre par la force centrifuge.

La vendange ainsi écrasée tombe dans un entonnoir qui l'amène sur un second plateau, où a lieu un second foulage semblable au premier. De cette façon, avec une vitesse de rotation convenablement déterminée, on obtient un foulage parfait. Les grains sont brisés et vidés à l'état de bouillie, tandis que les rafles et les pépins restent intacts.

La libération du moût ainsi obtenue entraîne la destruction du tissu cellulaire et l'aération de la vendange est parfaite.

Au-dessous de la turbine, on adapte un moulin cylindrique dont la paroi est perforée de trous et permet l'écoulement du liquide.

L'axe du moulin porte des bâtonnets disposés suivant une courbe hélicoïdale et tourne horizontalement sur lui-même.

L'enveloppe perforée du moulin est entourée d'une enveloppe pleine, qui est disposée en pente à la partie inférieure de manière à faciliter l'écoulement du liquide. Les grappes entraînées par les bâtonnets sortent du côté opposé au liquide.

C'est en somme un excellent appareil pour la grande propriété, qu'un dispositif spécial permet de transformer, comme nous venons de le voir, en *fouloir-égrappoir*.

Quel que soit l'appareil employé, le foulage a donc pour résultat d'ouvrir les grumes, de produire un mélange intime du jus de tous les raisins, de telle sorte que nous avons une masse composée de parties solides et liquides dans laquelle les différents principes qui la composent sont distribués uniformément.

Dans la majeure partie des cas, c'est la vendange ainsi préparée qu'on introduit dans les cuves ou les foudres pour y subir la fermentation. Cependant, dans certains cas, on pousse plus loin le travail et on sépare les rafles du restant de la vendange.

Cette opération qui porte le nom d'égrappage est pratiquée en Algérie, par un assez grand nombre de propriétaires.

Égrappage. — Les partisans du *tout à la cuve* disent que la grappe apporte du tannin, de l'acidité (bitartrate et acide malique), qu'elle divise la masse et favorise ainsi la fermentation.

Ceux qui prônent l'égrappage prétendent que la rafle introduit dans le vin des matières albuminoïdes qui contribuent plus tard à son altération, qu'il n'est rien moins certain qu'elle apporte des acides, que la quantité de tanin qu'elle peut céder au vin est minime et qu'enfin elle absorbe une partie de l'alcool, de la couleur et de l'acidité si la macération est prolongée.

En réalité, les vins égrappés sont un peu plus fins, très légèrement plus alcooliques que les autres, mais ils sont moins riches en extrait sec et on leur reproche d'être de moins bonne tenue.

Avec ce que nous savons de la composition du raisin, nous pouvons examiner l'opportunité de l'égrappage.

Deux éléments sont surtout à prendre en considération pour élucider cette question : la nature du cépage et le degré de maturité de la rafle.

Si la rafle est encore verte, elle contient une notable quantité de crème de tartre et peut contribuer à corriger le manque d'acidité du moût. Lorsque la rafle est devenue brune, sa composition est différente ; elle contient moins de tanin, des traces d'acidité, et son addition à la cuvée a moins d'influence. Donc, si la rafle est très verte, il faut la rejeter, le vin contient déjà assez des principes qu'elle pourrait céder ; si sa proportion est élevée, il faut au moins un égrappage partiel. Toutes les fois qu'on laisse cuver longtemps, il vaut mieux égrapper.

D'un autre côté, bien que la plus grande partie du tanin soit fournie par les pépins et les pellicules, il n'en est pas moins vrai que la rafle en contient souvent assez pour que son appoint ne soit pas inutile. Les vins peu acides ou qui précipitent par le tanin doivent fermenter avec la grappe. Quant à avancer que la rafle peut constituer un milieu astringent, impropre à la fermentation, c'est une exagération évidente, le moût ne contenant jamais une quantité de principes astringents capable d'empêcher l'évolution du ferment alcoolique. Il en est de même en ce qui concerne l'apport de matières albuminoïdes, qui n'est pas à craindre, parce qu'elles n'existent qu'en très petite quantité au moment de la vendange.

Ainsi que l'a judicieusement fait observer M. Bouffard, la perte d'alcool provient de ce que la rafle contient une certaine proportion d'eau (cette proportion a varié de 35,5 à 81,3 pour 100 dans nos expériences) qui se met en équilibre de composition avec le liquide qui la baigne et devient du vin. Or, comme la rafle représente en moyenne 3 à 4 pour 100 du poids de la vendange — (d'après nos recherches, cette proportion peut varier comme nous l'avons déjà vu entre 1,7 et 8,5 pour 100). — on voit que la perte peut être sensible et s'élever, dans les conditions favorables, à près de un demi degré.

Il en est de même pour les autres éléments du vin : acidité, couleur, etc... Il faut remarquer que ces éléments ne sont pas perdus ; nous les retrouverons sous forme de piquette en épuisant les marcs par des lavages méthodiques.

En résumé, si on obtient du vin un peu plus alcoolique par l'égrappage, on en obtient moins d'une manière absolue.

En réalité, on obtient une augmentation de rendement évaluée à 2 pour 100 environ, parce que la rafle retient plus de vin qu'elle cède d'eau.

En ce qui concerne l'acidité, il y a, pendant la fermentation, des causes d'enrichissement et de perte indépendantes de la présence de la rafle.

Supposons un moût contenant 25 pour 100 de sucre, ce qui n'est pas rare en Algérie. Ces 25 grammes de sucre donneront, en fermentant, $0^{gr},15$ d'acide succinique, ce qui correspond à une acidité totale de $1^{gr},90$ par litre, évaluée en acide tartrique. Il y a, en outre, la dissolution des principes tanniques et la formation d'une petite quantité d'acides volatils pendant la fermentation. Voilà pour le gain.

D'autre part, la faible solubilité du bitartrate de potasse dans l'eau alcoolisée est une cause de perte.

Il y a encore bien d'autres causes qui interviennent pour modifier l'acidité du moût en fermentation.

L'analyse ne révèle que la résultante de ces causes qui agissent en sens inverse, résultante qui se traduit tantôt par une augmentation, tantôt par une diminution de l'acidité totale.

Si nous nous reportons à la composition de la rafle, nous voyons d'abord que sa proportion par rapport au poids total de la vendange est très variable, de 1,5 à 8,5 pour 100, et que les principes qu'elle peut céder au vin peuvent eux-mêmes varier dans des limites très étendues : tanin 0,89 à 5,4 pour 100, acidité totale 0,15 à 1,8 pour 100.

Supposons un cépage contenant 7 pour 100 de rafles et contenant le maximum de tanin et d'acidité totale, il y a lieu alors de procéder à un égrappage complet, surtout si la proportion de pépins est moyenne et l'acidité du moût est normale.

Prenons le cas contraire, une faible proportion de rafle, 2 pour 100 par exemple, avec une teneur minima en tanin et en acidité totale ; dans ce cas, il faudra bien se garder d'égrapper, surtout si le poids des pépins et l'acidité du moût sont au-dessous ou peu supérieurs à la moyenne.

Par ce qui précède, on voit que le rapport rafles à grains n'est pas seul à considérer pour décider s'il faut égrapper ou non, il faut aussi tenir compte de la proportion des pépins, de leur composition et de celle du moût.

La présence des rafles facilite la pénétration de la masse par le liquide ambiant et assure ainsi un épuisement plus complet du marc en même temps qu'une fermentation plus rapide. Cette influence est surtout sensible avec les raisins riches en sucre.

En résumé, l'action de l'égrappage est tantôt favorable, tantôt défavorable, selon les conditions dans lesquelles on se trouve, mais cette action est toujours assez faible.

Lorsque les raisins ont subi l'influence du siroco, la rafle retient non seulement le moût qui la mouille, mais aussi les nombreux grains partiellement desséchés qui restent adhérents au pédoncule. Comme nous le verrons plus tard, les rafles sont épuisées par l'eau et le liquide est employé à faire du second vin.

Égrappoirs. — L'égrappage s'opère d'une manière très simple à l'aide d'un appareil spécial placé dans le fouloir et qui opère sur la vendange foulée le triage qu'on lui demande.

L'égrappoir consiste essentiellement, comme nous l'avons déjà vu en parlant de la turbine aéro-foulante,

en un cylindre perforé, au centre duquel tourne un arbre muni de palettes disposées en hélice et de longueur à peu près égale au rayon du cylindre.

La vendange foulée en tombant dans le cylindre égrappeur est reprise par les palettes qui la battent vivement.

Sous ces chocs répétés, les grains plus ou moins écrasés sont séparés des rafles ; les premiers, avec le jus, tombent à travers les trous de la tôle perforée dans un canal qui les conduit à la cuve, tandis que les rafles dépouillées sont entraînées par les palettes jusqu'à l'extrémité du cylindre où elles sont expulsées.

La figure 24 représente un fouloir-égrappoir (1).

Certains égrappoirs, au lieu d'avoir le cylindre perforé fixé autour d'un axe mobile, ont un cylindre mobile autour d'un axe fixe. Dans ce cas, le cylindre porte intérieurement des petites tiges de bois disposées suivant des génératrices et l'axe est incliné sur l'horizontale. La vendange tombe dans la partie la plus élevée de l'égrappoir, est entraînée par les tiges du cylindre à la partie supérieure d'où elle retombe par son propre poids à la partie inférieure ; et ainsi de suite jusqu'à la sortie du cylindre. Ces chutes successives séparent les rafles du reste de la vendange.



Fig. 24. — Fouloir-égrappoir Mabille.

CUVAISON

Au sortir du fouloir, la vendange est envoyée dans les récipients à fermentation préparés à cet effet. C'est

---

(1) L'hélice égrappeuse est commandée par une roue dentée intermédiaire ou mieux par une chaine Vaucanson.

Dans certains égrappoirs, les palettes sont susceptibles d'être orientées sous

là que doit s'accomplir le phénomène caractéristique de la vinification, la fermentation ; c'est là aussi que se fait la macération du jus avec les parties solides.

Pour que le vin qu'on obtiendra possède le maximum de qualités compatible avec la nature de la vendange mise en œuvre, il faut :

1° Que la fermentation soit aussi pure que possible, c'est-à-dire que les levures de vin soient à peu près seules à se développer ;

2° Que le travail des levures s'opère dans les meilleures conditions possibles, c'est-à-dire que la composition de la vendange et les conditions physiques qui l'entourent soient telles que le ferment évolue de manière à fournir le maximum de rendement ;

3° Que la durée du contact des parties solides et liquides soit juste assez suffisant pour que le vin prenne les substances solubles qui lui sont utiles pour avoir le maximum de qualité.

Nous nous sommes déjà occupé des additions diverses qu'on peut faire à la vendange, en vue d'améliorer la constitution du moût pour assurer une bonne fermentation et obtenir le maximum de valeur du produit fermenté, et nous n'y reviendrons pas. Mais, il y a une addition naturelle sur laquelle nous devons insister et nous demander si elle est toujours suffisante pendant les diverses manipulations que subissent les raisins avant d'être introduits dans la cuve. Cette addition, c'est l'introduction d'air dans la vendange.

Aération de la vendange. — Voici, sur ce sujet, l'opinion de Pasteur : « J'ai constaté que, lorsque le moût est exposé au contact de l'air en grande surface pendant plusieurs heures, ou agité avec de l'air, sa fermentation est incomparablement plus active que celle du même

---

différents angles de manière à régler la progression des rafles dans le tambour perforé suivant la nature de la vendange.

moût non aéré. Il est digne d'attention que l'aération peut produire des effets aussi sensibles, alors même qu'on l'effectue pendant la fermentation, lorsque le liquide est déjà chargé d'acide carbonique et de levure alcoolique. »

L'action de l'air dans la fermentation du vin est en réalité très complexe et pour avoir une idée nette et précise des conséquences qui résultent de cette intervention nous devons examiner : 1° l'aération de la vendange avant la fermentation ; 2° l'aération du moût pendant la fermentation, et, dans chacun de ces deux cas nous aurons à distinguer entre l'action de l'air sur la levure et son action sur les éléments du moût.

La nécessité d'aérer la vendange au moment du foulage et de la mise en cuve est expliquée par ce fait que les cellules mères de la levure (cellules brunes) que l'on rencontre sur les grappes ont besoin d'air pour se rajeunir, proliférer et donner naissance aux nombreuses cellules de la levure de vin chargées d'opérer la fermentation.

Voici une expérience absolument probante rapportée par M. Duclaux : on remplit deux bouteilles de moût ; l'une, A, est aérée pendant une heure à l'aide d'un soufflet ; l'autre, B, est laissée telle quelle. Les résultats obtenus ont été les suivants :

	NOMBRE DE BULLES D'ACIDE CARBONIQUE dégagées par minute	
	A	B
2e jour.	9	0,4
3e —	15	1,25
4e —	24	4,00
5e —	40	10,00

Des essais pratiques ont d'ailleurs montré l'heureuse influence de l'aération de la vendange. Nous allons

résumer une expérience exécutée il y a quelques années à San-Michele (Tyrol) par M. Mach.

Des raisins de negrara préalablement égrappés furent écrasés et répartis dans trois cuves d'une capacité de 13 hectolitres chacune.

La température du cellier était de 16° et la richesse du moût en sucre de 19 pour 100.

La cuve n° 1 (cuve témoin) fut fermée avec son couvercle et après 5 jours on opéra le décuvage ; il restait encore 1 pour 100 de sucre et la température s'était élevée à 25°.

La cuve n° 2 une fois remplie fut portée à 25° ; la fermentation devint très tumultueuse et au bout de trois jours on put décuver.

Quant à la cuve n° 3, la vendange fut aérée pendant 2 heures avec l'appareil Babo ; après 4 jours la fermentation était terminée.

Les vins obtenus furent analysés au bout d'un mois et donnèrent les résultats suivants :

	N° 1	N° 2	N° 3
Alcool o/o	10,5	10,96	11,2
Acidité totale par litre (en acide tartrique)	9,1	8,70	8,60

Au bout de 9 mois on détermina l'azote dans ces mêmes vins et on obtint les chiffres suivants :

	N° 1	N° 2	N° 3
Azote par litre	0,42	0,39	0,28

A la dégustation, le n° 3 se montra incontestablement le meilleur.

Quand la vendange est largement aérée avant la fermentation, la levure bourgeonne, se multiplie rapidement et continue à vivre dans de bonnes conditions en même temps que la fermentation se déclare et suit son cours. Elle se crée ainsi une existence anaérobie au fur

et à mesure de la disparition de l'oxygène et la fermentation tend rapidement vers un maximum qui a lieu lorsque le liquide est complètement désaéré. A partir de ce moment la reproduction du ferment est lente et pénible et la fermentation devient de moins en moins active. Si la fermentation n'est pas achevée, il faut renouveler la provision d'air. Comme nous le verrons plus loin, il faut, autant que possible, éviter l'aération pendant la fermentation et faire en sorte par conséquent que l'aération de la vendange soit suffisante pour conduire la fermentation jusqu'au bout.

L'oxygène que le moût dissout se partage entre la levure qui en a besoin, et l'oxydation des principes qu'il renferme. « Cette dernière action, dit M. Duclaux, plus rapide et plus puissante par les masses qui entrent en jeu, absorbe certainement à son profit la plus grande partie de l'oxygène dissous. »

L'action de l'air sur les éléments de la vendange est également des plus heureuses puisque leur oxydation semble les rendre plus assimilables par les ferments alcooliques. Cette action de l'air est manifeste sur le moût de raisins blancs, qui, à peu près incolore après le foulage devient jaune brun en passant par une série de transitions si l'influence de l'air est trop prolongée, sur le moût de raisins rouges plus ou moins teinté qui se décolore, devient trouble et laisse déposer la matière colorante sous forme d'un précipité brun.

Parmi les matières qui sont ainsi rendues insolubles, nous trouvons aussi les principes azotés et les corps pectiques. Or, ces matières albuminoïdes et mucilagineuses sont une cause d'altération, surtout pour les vins des pays chauds.

En parlant des vins blancs, nous verrons que la levure jouit de la propriété de reprendre l'oxygène à la matière colorante formée sous l'influence d'un excès d'air et de les décolorer à nouveau, quand elle est privée d'oxygène.

Cette action simultanée de l'air sur la levure et sur la vendange est donc favorable au développement des ferments alcooliques et débarrasse le vin de la plus grande partie des matières qui pourraient contribuer à son altération future.

En résumé, il résulte de ces diverses considérations que l'air doit être distribué largement à la vendange, avant la fermentation.

Certains appareils, comme la turbine aéro-foulante et les fouloirs-égrappoirs produisent une aération suffisante en multipliant les surfaces de contact de l'air avec la vendange.

Mais le passage des raisins dans les fouloirs ordinaires, suivi de leur introduction directe dans la cuve, donne une aération insuffisante.

Dans ce dernier cas, il est nécessaire de faire faire à la vendange un certain trajet du fouloir à la cuve dans un canal en bois largement ouvert. Ce procédé a, en outre, l'avantage de permettre de se rendre facilement compte de la perfection du foulage (1).

On peut encore, à la rigueur, soutirer immédiatement le moût au bas de la cuve pour le remonter ensuite à la partie supérieure, en ayant soin d'étaler largement le jet à l'air ; mais, dans ce cas, le liquide seul est aéré et toutes les parties solides sont soustraites à l'action de l'air.

C'est pourquoi nous préférons de beaucoup l'aération de la vendange avant son introduction dans la cuve.

Dans la vendange foulée, remuée, brassée au contact de l'air, la fermentation se déclare rapidement, est très active et les micro-organismes que portent les raisins en dehors de la levure ne se développent pas.

---

(1) Certains viticulteurs algériens (M. Altairac à Maison-Carrée) complètent le travail du fouloir par un *foulage à pieds d'homme*.

Mais si l'aération sérieuse de la vendange avant la fermentation est, à tous les points de vue, absolument indispensable et toujours utile, il n'en est pas toujours ainsi du moût en fermentation.

Ici, il faut être prudent et ne pas oublier que, pendant la fermentation, l'aération est une arme à deux tranchants, ainsi que nous l'avons appris en étudiant l'action de l'oxygène sur la levure.

Dans la vie anaérobie, le pouvoir ferment de la levure est élevé, tandis qu'il est faible dans la vie anaérobie, en présence de l'air.

Si nous appelons S le poids total de sucre disparu, *l* le poids de levure (d'après M. Hansen, tout se passe comme si le tiers de la levure finalement trouvée avait agi pendant toute la durée de la fermentation), *t* le temps, *a* l'activité de la levure et *m* une constante fonction de la composition chimique du sucre et de la levure, nous aurons l'équation suivante :

$$S = ml + alt$$

Nous voyons que pour un temps déterminé, le pouvoir ferment est proportionnel à l'activité de la levure, activité qui est elle-même d'autant plus grande, toutes choses égales d'ailleurs, que l'oxygène fait davantage défaut.

En résumé, pendant la fermentation, l'air favorise le développement de la levure mais il diminue son pouvoir ferment, c'est-à-dire le rendement en alcool.

Si la fermentation ne souffre pas, il faut donc se garder d'aérer le moût en fermentation.

D'autre part, l'aération du moût en fermentation, si elle est trop prolongée, a pour conséquence d'avancer le moment où le vin aura atteint le maximum de ses qualités, de modifier ses caractères organoleptiques, de le faire vieillir plus rapidement.

C'est ainsi qu'à l'âge de deux ans, le vin aéré (n° 3), dans l'expérience de San-Michele citée plus haut, était inférieur aux deux autres.

L'aération du moût en fermentation a en outre l'inconvénient d'altérer la matière colorante qui jaunit et perd de sa fixité en solution, surtout si la température est élevée.

Dans ce cas, la perte d'alcool est aussi sensible et peut s'élever jusqu'à 3 dixièmes de degré, d'après les essais que nous avons pu faire.

En Californie, on emploie le procédé Ott qui consiste à insuffler, au moyen d'une pompe, dans l'intérieur et au bas de la cuve en fermentation de l'air finement divisé par son passage dans une sorte de pomme d'arrosoir percée d'un très grand nombre de trous. Cette opération est répétée chaque jour pendant 10 minutes. Ce système est également utilisé par les Américains dans la fabrication de la bière, ainsi que nous l'avons déjà vu.

On ne peut donc pas proscrire d'une manière absolue l'aération du moût en fermentation, mais on doit y avoir recours le moins possible.

Quand l'aération de la vendange a été bien faite, l'oxygène emmagasiné dans les cellules ou fixé sur les principes oxydables est généralement suffisant pour la vie et l'entretien des générations successives des cellules de levure.

Ce n'est qu'avec des moûts riches en sucre, lorsque la fermentation devient traînante, laissant le champ libre aux ferments de maladies, que l'aération pratiquée avec modération peut être utile.

Lorsque nous étudierons les moyens à employer pour maintenir la température des cuvées dans des limites convenables, nous dirons comment l'aération du moût en fermentation peut être faite.

MÉTHODES DE CUVAGE

Lorsqu'on abandonne la vendange à elle-même dans la cuve, sans aucune précaution préalable, la fermen-

tation s'établit, et bientôt le dégagement de gaz acide carbonique qui en est la conséquence soulève les parties solides qui viennent se réunir à la surface. Elles constituent ainsi au-dessus du liquide une masse poreuse plongée en partie dans le liquide et qui surnage par suite de sa nature et de la présence de l'acide carbonique qui se dégage. Cette masse qui restera ainsi suspendue pendant tout le temps que durera la fermentation et qui s'affaissera dès qu'elle sera achevée, porte le nom de *chapeau*. Dans ce cas, la fermentation est dite à *chapeau flottant*. Si au contraire, à l'aide d'un dispositif quelconque, on a pris soin d'empêcher les parties solides de se séparer de la masse et de les maintenir au sein du liquide, la fermentation est dite à *chapeau submergé*.

La disposition que nous devons adopter est celle qui nous permettra un épuisement convenable du marc tout en empêchant son altération.

En principe, l'épuisement des parties solides est d'autant plus rapide et d'autant plus parfait que leur répartition dans le liquide est plus uniforme.

Nous aurons aussi à dire un mot de quelques procédés spéciaux de cuvage en passant en revue les avantages et les inconvénients des deux méthodes fondamentales que nous venons de citer.

Chapeau flottant. — D'une manière générale, cette méthode est bien inférieure à la méthode à chapeau submergé. Il importe d'abord de distinguer le cas où la cuve est ouverte librement à l'air et celui où elle est fermée. Dans le premier cas, le chapeau est pour ainsi dire à l'air libre. Or, l'action de l'air sur le marc en fermentation est absolument désastreuse. Dans cette masse poreuse mouillée par un liquide déjà plus ou moins alcoolique, le ferment du vinaigre rencontre toutes les conditions nécessaires pour se développer avec une extrême rapidité. Les germes du mycoderma aceti sont assez répandus pour

obtenir facilement un ensemencement spontané par les poussières de l'air ou les insectes. Et alors, quelles que soient les précautions que l'on pourra prendre plus tard, une certaine quantité de ferment acétique restera fatalement dans le vin et pourra amener, tôt ou tard, l'acescence de la cuvée.

Dans le second cas, l'acide carbonique, à mesure qu'il se dégage, remplit l'espace resté libre entre la surface du marc et le couvercle de la cuve, puis il sort par l'ouverture et s'écoule le long des parois en vertu de sa densité. Mais l'acide carbonique plus dense que l'air ne remplace jamais complètement ce dernier dans le marc ; il en reste toujours assez pour permettre l'évolution du mycoderma aceti, même en présence d'une grande quantité d'acide carbonique. Ici encore, on obtient du vin contenant souvent une proportion élevée d'acides volatils, qu'on n'obtient pas dans une fermentation saine.

D'autre part, les surfaces de contact du moût et du marc sont insuffisantes pour que celui-ci puisse céder au vin les principes utiles qu'il contient. Pour remédier en partie à ce dernier inconvénient on fait tantôt un foulage du marc lorsque la fermentation est sur le point d'être terminée, tantôt des foulages successifs pendant toute la durée de la fermentation.

Chez certains propriétaires, en Algérie, la fermentation s'opère en deux phases. La fermentation tumultueuse a lieu dans des cuves en ciment rectangulaires et simplement recouvertes par un plancher mobile formé de madriers placés côte à côte.

Dès que la fermentation se ralentit, le vin est évacué et envoyé dans des foudres pour que la fermentation puisse s'achever. Les marcs sont pressés et le liquide qu'on obtient est mélangé avec le vin déjà écoulé librement. Dans la première phase, des hommes armés de pilons repoussent le marc dans le liquide ; ces brassages répétés produisent une certaine aération du moût

et favorisent la fermentation, mais la plupart des inconvénients du chapeau flottant n'en subsistent pas moins.

Le procédé de cuvage à chapeau flottant, malgré ses imperfections, est encore très employé en Algérie avec les amphores et surtout avec les foudres qui ne se prêtent pas à une immersion facile du marc.

Les amphores avec leur calotte sphérique, les foudres avec leur forme rétrécie à la partie supérieure empêchent le marc de remonter autant que dans les cuves, de sorte qu'il baigne en partie dans le liquide. Dans ce cas, si on vient, pendant la fermentation, à soutirer le liquide et à le remonter sur le marc, on en opérera le lavage et on se rapprochera des résultats obtenus avec le chapeau submergé. D'un autre côté, toujours grâce à leur forme arrondie à la partie supérieure, le déplacement de l'air par l'acide carbonique dans ces récipients est plus parfait. Si le balayage de l'air n'est pas complet et si l'atmosphère qui entoure le marc n'est pas constituée par de l'acide carbonique pur, il reste assez peu d'air pour que son action ne soit pas nuisible si on prend la précaution d'empêcher sa rentrée en couvrant l'ouverture des foudres ou des amphores.

Dans ces conditions, il est clair que nous nous rapprochons beaucoup du système de fermentation à chapeau submergé qui a pour but, comme nous savons, d'éviter l'action défavorable de l'air sur le marc et d'assurer l'utilisation de ce dernier par lixiviation.

L'épuisement du marc qu'on est maître de régler au point jugé convenable s'obtient par le remontage du moût puisé à la partie inférieure du foudre ou de l'amphore et sa distribution en pluie à la surface du marc.

Nous reviendrons sur cette opération qui doit être combinée avec la réfrigération du moût lorsque nous nous occuperons de ce dernier procédé. Pour le moment,

il nous suffira d'indiquer les dispositions à prendre pour intercepter l'entrée des germes étrangers dans le foudre ou dans l'amphore pendant l'écoulement du liquide et pour obtenir un lavage uniforme du marc.

Le couvercle (fig. 25), qui doit fermer hermétiquement l'ouverture, porte deux trous : l'un est traversé par le robinet qui ramène le vin, l'autre porte un petit panier métallique à rebord rempli de coton.



Fig. 25. — Couvercle.

Le panier rempli de coton sert à filtrer l'air qui rentre dans la cuve ou l'amphore pour remplacer le liquide au fur et à mesure qu'il s'écoule et empêcher la contamination du marc.

On obtient le lavage uniforme du marc en distribuant le moût sur toute sa surface à l'aide d'un *brise-jet*.

Le brise-jet se réalise d'une façon très simple en fixant à une faible distance de l'orifice du robinet, normalement à son axe, un disque plein sur lequel le jet se brise et se transforme en un cercle liquide dont le rayon est d'autant plus grand que la pression est plus forte.

La pression dans la pompe étant plus grande pendant la période de refoulement que dans la période d'aspiration, il en résulte un arrosage assez uniforme, et on n'a pas à craindre que le moût retourne au-dessous du chapeau sans avoir pénétré sa masse par un canal unique, comme cela arrive lorsqu'il tombe en un jet continu, toujours au même point.

Cet appareil très simple fonctionne parfaitement et nous le préférons au tourniquet hydraulique construit par M. Paul.

Ce tourniquet se compose essentiellement d'un réservoir cylindrique supporté par un pivot et muni d'un certain nombre de tubes recourbés vers leur extrémité ouverte; ces tubes disposés suivant les rayons d'une

circonférence font tourner le réservoir sous l'influence de la poussée qu'exerce le moût sur les orifices de sortie.

Le remontage du moût se fait ordinairement avec une pompe qu'on peut adapter directement au clapet du récipient.

A mon avis, il est bien préférable de laisser d'abord le vin s'écouler dans un baquet et d'alimenter la pompe en y plongeant le tuyau d'aspiration. De cette manière, si on veut faire de l'aération, on laisse couler librement le moût qui, en traversant la couche d'air comprise entre l'orifice de sortie du robinet et la surface du liquide dans le baquet, en absorbe une certaine quantité.

Si on ne veut pas faire de l'aération, on adapte au robinet du foudre un tuyau descendant jusqu'au fond du baquet.

Ce baquet peut d'ailleurs être fermé par un couvercle.

Cette disposition permet de mieux surveiller le travail et d'interposer facilement un réfrigérant sur le trajet du moût.

Cette nécessité de remonter le moût de la partie inférieure à la partie supérieure d'un foudre a suggéré à plusieurs personnes l'idée d'obtenir ce remontage automatiquement en se servant comme force motrice de la pression de l'acide carbonique dégagé pendant la fermentation. Les appareils construits sur ce principe portent le nom de *auto-régulateurs*. Ils fonctionnent plus ou moins bien, mais ils sont parfaitement inutiles, et nous pensons que les viticulteurs ont mieux à faire que de s'occuper de ces instruments qui ne nous semblent pas destinés à faire jamais partie du matériel courant du cellier.

Ils ont du reste le grave défaut d'exiger un surcroît de pression pouvant s'élever à 2 ou 3 mètres d'eau.

Supposons un foudre fermé hermétiquement à sa

partie supérieure, le gaz acide carbonique ne pouvant pas s'échapper fait pression sur le marc et le moût sous lui et le chasse par un tuyau placé à la partie inférieure et venant déboucher dans un réservoir situé au-dessus du foudre. Il suffit ensuite de faire agir le liquide qui s'élève dans le réservoir sur des leviers muni de flotteur de manière à provoquer l'ouverture de deux orifices, l'un destiné à la sortie du gaz pour ramener la pression à zéro et l'autre destiné à la rentrée dans la cuve du moût écoulé dans le réservoir. De même pour la fermeture qui doit remettre les choses en l'état primitif pour permettre au phénomène de recommencer tant que dure le dégagement d'acide carbonique.

Chapeau submergé. — L'immersion du marc constitue, à notre avis, en Algérie et dans tous les pays chauds, une précaution toujours utile et indispensable quand il s'agit de cuves ouvertes ou fermées.

L'emploi de cette méthode n'a pas seulement pour conséquence de soustraire le chapeau à l'action de l'air, d'empêcher les germes de maladie de se développer et d'assurer la prédominance exclusive du ferment vinique, mais encore de permettre une utilisation plus complète des principes contenus dans les parties solides.

Voici, à ce sujet, une expérience du Pr Pollaci qui montre bien les avantages des fermentations à chapeau submergé.

Deux vases en verre de même capacité furent remplis aux trois quarts avec du même moût. Dans l'un on laissa le chapeau flotter et dans l'autre une petite claire-voie en bois fut placée de manière à empêcher l'élévation du marc au-dessus du liquide. Les deux vases furent recouverts avec une plaque de verre disposée de manière à permettre la sortie de l'acide carbonique.

Les deux fermentations furent conduites parallèlement et on nota jour par jour leur marche. Voici alors ce qu'on observa :

FERMENTATION A CHAPEAU FLOTTANT	FERMENTATION A CHAPEAU SUBMERGÉ
2e *jour.* — *Soir.*	
Fermentation commencée. L'espace vide contient encore de l'air, car une bougie allumée continue à y brûler. Le chapeau montre quelques moisissures à la surface et dégage une odeur d'acide acétique.	Fermentation en pleine activité. Une bougie allumée s'éteint dans l'espace vide. Pas traces de moisissures ni d'acide acétique.
3e *jour.* — *Matin.*	
Une bougie allumée continue à brûler dans l'espace vide. Encore des moisissures et une odeur d'acide acétique plus prononcée que la veille.	Une bougie allumée s'éteint dans l'espace vide. Ni moisissures ni acide acétique.
3e *jour.* — *Soir.*	
Une bougie allumée s'éteint dans l'espace vide. Les moisissures augmentent et l'acide acétique peut être constaté par l'analyse chimique dans le liquide entourant le marc. On refoule le chapeau.	La bougie s'éteint toujours. Pas de moisissures, pas d'acide acétique.
4e *jour.*	
Mêmes observations que ci-dessus. Le liquide contient encore 140 grammes de sucre par litre. On ne sent plus l'acide acétique après le refoulement.	Comme ci-dessus. Le liquide ne contient plus que 40 grammes de sucre par litre.
5e *jour.*	
Même résultat que la veille, on répète le refoulement du marc.	La fermentation continue toujours active.
6e *et* 7e *jours.*	
Comme ci-dessus.	La fermentation diminue.
8e *jour.*	
La fermentation continue. Le liquide contient encore 35 grammes de sucre par litre, 8/5 pour 100 d'alcool et 11 grammes d'acidité (en acide tartrique) par litre.	La fermentation est finie. Le liquide contient seulement $0^{gr},8$ de sucre par litre, 10,09 pour 100 d'alcool et $10^{gr},5$ d'acidité par litre.

Cette expérience montre que le marc est indemne de toute altération, de telle sorte que de ce marc on peut retirer un liquide de pressurage de même valeur que le vin de goutte. La surface liquide, même à l'air, ne se prête pas comme le marc au développement des moisissures ou du ferment du vinaigre.

La fermentation à chapeau submergé a été aussi beaucoup plus rapide et plus complète, mais les différences qu'on observe de ce côté sont généralement bien moins accentuées.

L'immersion du chapeau est difficile à réaliser dans les foudres; elle est beaucoup plus facile à obtenir dans les cuves ou dans les amphores.

L'immersion du marc s'obtient par des dispositifs assez simples qui se réduisent généralement à un faux fond à claire-voie fixé à une hauteur convenable pour empêcher les parties solides de remonter tout en permettant au liquide de s'élever et de surmonter toute la masse.

L'emploi des claies multiples proposé par M. Michel Perret nous semble inutile, parce que les résultats obtenus avec plusieurs chapeaux séparés par des faux fonds ne sont pas meilleurs que ceux fournis par la méthode à chapeau unique.

Le moyen le plus simple, à notre avis, consiste à tendre un filet de corde à la moitié de la hauteur de la cuve ou de l'amphore pour empêcher le chapeau de remonter. Ce filet est maintenu par des crochets en fer boulonnés ou scellés dans les parois de la cuve ou de l'amphore (fig. 26).

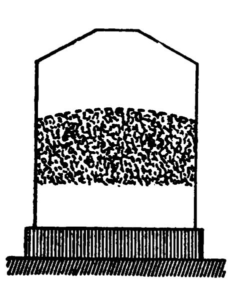


Fig. 26. — Amphore avec chapeau submergé.

On remplit la cuve de la quantité de vendange qu'elle peut recevoir normalement, en ayant soin de laisser écouler au fur et à mesure le moût dans une citerne *ad hoc*, pour

abaisser le niveau de la vendange. Ensuite on tasse et égalise parfaitement le marc au fond de la cuve et on place le filet dans des crochets ; le liquide écoulé est ensuite remonté dans la cuve au moyen d'une pompe. Les crochets et le filet doivent être assez forts pour résister à la poussée du marc.

Ce système très simple et rapide est beaucoup plus facile à employer que les faux fonds en bois maintenus en place par des taquets ou des traverses.

Nous devons aussi citer la modification apportée par M. Trottier et qui consiste à immerger le marc au fond de la cuve au lieu de le laisser suspendu dans le liquide. M. Trottier dispose au fond de la cuve un lit de sarments bien lavés de $0^m,10$ d'épaisseur ; puis il remplit la cuve de la quantité de vendange qu'elle peut contenir normalement, en ayant soin de soutirer au fur et à mesure le liquide qu'il place dans une cuve voisine. Ensuite, il tasse et égalise parfaitement le marc au fond de la cuve et place des liteaux et des madriers pour maintenir la vendange et l'empêcher de remonter. Cela fait, il ramène dans la cuve le moût qu'il en a tiré.

D'après l'auteur, cette différence dans la situation du marc présentait les avantages suivants :

1° Le moût se mettait très rapidement en mouvement et, en quarante-huit heures au plus, le vin était achevé présentant un maximum d'alcool, de coloration et de limpidité ;

2° La levure évoluait sans entrave et l'acide carbonique produit se dégageait plus facilement ;

3° Étant donnée la vitesse de translation du moût au moment où la fermentation est la plus active, la perte par rayonnement était considérable et le moût dépassait rarement 33° de température.

A première vue, les avantages signalés comme appartenant à ce procédé de vinification semblaient exagérés et il eût été facile de le démontrer théoriquement. Mais, comme en pareille matière l'expérimentation doit tou-

jours avoir le dernier mot, nous avons pensé qu'il était utile de soumettre le procédé à une étude expérimentale afin de pouvoir éclairer les viticulteurs sur sa valeur.

Dans la cave de M. Altairac, à Maison-Carrée, le 16 septembre, nous avons rempli deux cuves d'une capacité de 100 hectolitres chacune ; l'une avait été aménagée suivant les indications de M. Trottier, l'autre avait été disposée de manière à laisser fermenter à chaque flottant pour accentuer les différences. Le remplissage a été effectué dans les mêmes conditions et la charge des deux cuves a été rendue aussi uniforme qu'on peut le faire dans ces sortes d'expériences en faisant passer alternativement les paniers de chaque charrette dans les deux cuves. Cette expérience a été faite avec un mélange d'aramon et de cinsant. Le 22 septembre, nous avons répété l'expérience avec un mélange de carignan et de morastel. Dans les deux expériences, nous avons laissé s'écouler le moût au fur et à mesure dans la citerne qui nous sert pour nos recherches sur la vinification et nous l'avons remonté dès que la claire-voie a été placée sur le marc.

Le moût des cuves témoins a été également soutiré et remonté.

Cela fait, dans le premier essai, nous avons laissé la fermentation s'établir et se continuer jusqu'au moment où la température indiquée par les thermomètres enregistreurs dont les réservoirs plongeaient au milieu du liquide était maximum et qu'on ne pouvait plus espérer observer aucune espèce de différence. Nous avons alors passé successivement le vin des deux cuves au réfrigérant et fait tomber la température qui était de 41° dans les deux récipients, à 28° dans la cuve Trottier et à 29° dans la cuve témoin. La fermentation s'est ensuite achevée dans les mêmes conditions dans les deux cuves. Le décuvage a eu lieu le 19 septembre au soir pour la cuve à marc immergé et le lendemain matin pour la cuve témoin.

Dans la seconde expérience, nous avons procédé de la même manière ; seulement, nous avons passé le liquide au réfrigérant dès que la température indiquée

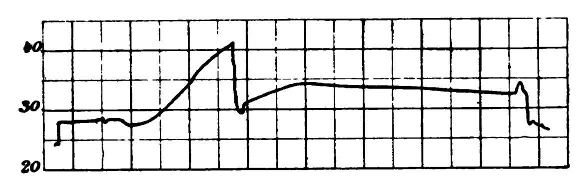


Fig. 27. — Courbe de la température. — Cuve témoin, exp. n° 1.

par le thermomètre enregistreur a eu atteint 39° dans les deux cuves, jugeant qu'il était inutile de la laisser encore dépasser 40°.

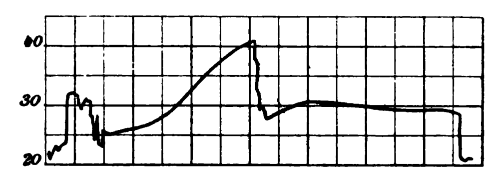


Fig. 28. — Courbe de la température. — Cuve Trottier, exp. n° 1.

Les résultats obtenus dans ces deux expériences sont très nets et tout à fait concluants. Ils montrent :

1° Que la température est exactement la même dans la cuve Trottier et dans la cuve témoin. On n'a qu'à

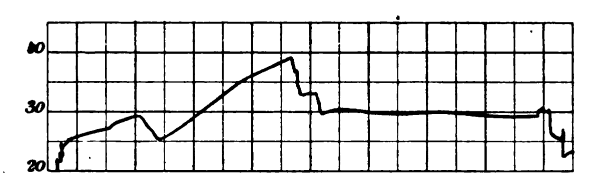


Fig. 29. — Courbe de la température. — Cuve témoin n° 2.

jeter un coup d'œil sur les courbes des figures 27, 28, 29 et 30 pour s'en convaincre. Donc, aucun avantage du côté de la température.

2° La durée de la fermentation est sensiblement la

même dans les deux cas. Il n'y a donc pas d'économie de temps.

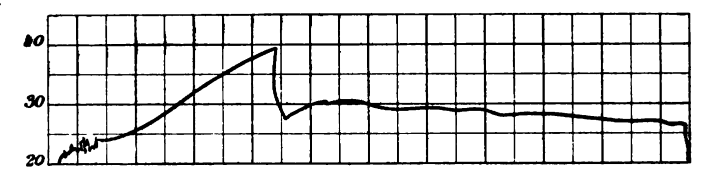


Fig. 30. — Courbe de la température. — Cuve Trottier, exp. n° 2.

3° Le degré alcoolique du vin, obtenu par les deux méthodes, est également le même, comme le font voir les analyses ci-dessous, exécutées avec des échantillons prélevés le 25 novembre.

	1re EXPÉRIENCE		2e EXPÉRIENCE	
	CUVE TÉMOIN	CUVE TROTTIER	CUVE TÉMOIN	CUVE TROTTIER
Alcool o/o	9,80	9,75	9,50	9,40
Extrait sec	21,80	24,32	20,40	22,32
Acidité totale (en SO^4H^2)	4,00	4,34	4,40	5,25
Cendres	2,72	2,92	2,76	3,00
Coloration	2e r. 470	»	»	»

Il n'y a pas de différence sensible dans l'intensité de la coloration. Les différences de constitution résident dans l'extrait sec et dans l'acidité totale. La proportion d'extrait sec et le degré d'acidité sont plus élevés que dans le vin témoin, mais cette propriété est commune à tous les systèmes d'immersion.

Le procédé Trottier présente donc les avantages inhérents à toutes les méthodes qui consistent à maintenir le chapeau dans le liquide et rien de plus.

Je ne crois pas d'ailleurs à la nécessité de maintenir le marc tout à fait au fond de la cuve ; il me semble préférable de le laisser flotter entre deux couches liquides comme on l'obtient quand on l'arrête par un filet tendu à la moitié de la hauteur de la cuve ou de l'amphore.

Nous devons enfin citer la modification imaginée par M. Coste-Floret. Son système consiste à placer deux claies verticales et parallèles à 50 centimètres du centre de la cuve, de telle sorte que la capacité de celle-ci se trouve divisée en trois parties qui sont en communication avec les fentes des claies.

En versant la vendange dans la partie médiane formée par l'espace compris entre les claies, le marc reste tout entier dans cette partie, tandis que le moût remplit l'espace resté libre entre chaque claie et la cuve. On a ainsi au milieu une masse de marc imbibée de moût et de chaque côté du moût sans marc.

Dans ces conditions, la surface du chapeau exposée à l'air est très réduite ; du reste on peut placer une claie horizontale de la dimension du compartiment à marc pour l'empêcher de remonter et le maintenir couvert de moût.

Il en résulte une cloison continue de marc comprise entre deux zones de moût. C'est la même chose que dans le procédé au filet, seulement les tranches sont verticales au lieu d'être horizontales.

Quand le cuvage est très court, 36 à 48 heures, comme cela se pratique souvent en Algérie, les inconvénients de la méthode à chapeau flottant sont moins à craindre.

Cuvage en deux temps. — Le cuvage en deux temps, qu'on a encore appelé cuvage continu, se réalise de la manière suivante :

A partir de la seconde cuvée, la vendange est partagée en deux parties : une première partie constituée par du moût qui s'écoule est envoyée dans la citerne, une seconde partie formée du marc et du restant du moût reste au fond de la cuve. Sur la seconde partie, constituée par la vendange égouttée, on fait arriver le moût en pleine fermentation de la première cuve. Le vide fait dans cette cuve est aussitôt comblé par la seconde partie formée par le moût écoulé dans la citerne. Et ainsi de suite.

Ce dédoublement des cuvées a été proposé dans le but d'éviter l'asphyxie des levures et la réfrigération.

En examinant ce procédé de près, on voit, sans même qu'il soit besoin de faire un essai, que des raisons théoriques s'opposent à ce que les avantages signalés puissent être réalisés.

Température des fermentations. — Nous avons vu en étudiant le phénomène de la fermentation que la chaleur dégagée par une molécule de sucre (180 grammes) était de 23 à 24 calories mais qu'il y avait des causes de perte et que la chaleur sensible qui restait dans la cuve était, en réalité, comprise entre 15 et 20 degrés, suivant les conditions naturelles de refroidissement, pour des moûts renfermant 18 pour 100 de sucre.

Il y a toute la masse des pellicules, des pépins et des rafles (environ le quart du poids du liquide) qui s'échauffe aux dépens du moût. Il y a l'échauffement des parois du foudre ou de la cuve, mais cette cause de refroidissement du moût n'est guère sensible qu'au début de la vinification. Il y a, enfin, le refroidissement dû au rayonnement et au contact de l'air.

En Algérie, comme dans tous les pays chauds, ces diverses causes naturelles de refroidissement sont impuissantes à faire baisser d'une manière notable la température des cuvées.

En Algérie, la température initiale de la vendange est ordinairement comprise entre 20 et 25 degrés. Il en résulte que dans les cas les plus favorables la température de la cuvée s'élève à 35 degrés, tandis que dans le cas contraire, si les causes de refroidissement sont réduites au minimum et si la température de la vendange est déjà de 25°, la température de la cuvée peut être portée à 45°.

Ce dernier cas se présente toujours dans les journées très chaudes et lorsque le siroco se fait sentir; la température du cellier, qui est ordinairement comprise

entre 20 et 25 degrés, atteint et dépasse 30°, tandis que les raisins qu'on introduit dans la cuve sont eux-mêmes à une température voisine de 30 degrés.

D'autre part, nous savons que la chaleur dégagée pendant la fermentation croît avec la richesse en sucre du moût, et, par là même, l'élévation de la température. Ainsi un moût contenant 24 pour 100 de sucre peut mettre en liberté 32 calories au lieu de 24, soit une différence en plus de 8 calories par litre.

Or, dans la majeure partie des cas, les moûts des bons cépages ont une teneur en sucre supérieure à 20 pour 100, teneur qui peut s'élever à 24 ou 25 pour 100 et plus, suivant les régions et les années.

Dans ces conditions, la température de la cuvée pourrait donc dépasser 50°. Il n'en est rien. La température maxima qu'on observe pendant la fermentation ne dépasse jamais 40 à 45 degrés. Pourquoi ? C'est que, quand la température atteint 40°, si les causes de refroidissement sont incapables de faire baisser la température de la cuvée, la levure reste inerte et la fermentation s'arrête net.

Il en résulte que c'est la chaleur qui joue le rôle de régulateur et arrête la décomposition du sucre en suspendant l'action de la levure ; ce qui revient à dire que, toutes les fois que la température s'élève trop avant la fin de la fermentation, celle-ci reste inachevée.

D'autre part, nous savons que si l'on rencontre rarement les organismes étrangers en quantité notable dans le vin en fermentation régulière ou bien fini, le vin incomplètement fermenté contient souvent une proportion anormale d'acides volatils et est rapidement envahi par les ferments de maladie qui le rendent bientôt imbuvable.

On peut donc dire que, dans la vinification, l'essentiel est d'obtenir une fermentation complète ; et, par vin fini, il faut entendre celui qui ne contient pas plus de 2 grammes de sucre par litre environ.

La plupart des viticulteurs algériens s'accordent pour voir dans les hautes températures des fermentations la cause la plus importante, avec le peu de soins apportés à la propreté du matériel vinaire, des défauts reconnus aux vins algériens, il y a quelques années, avant l'emploi du refroidissement du moût.

Il convient donc d'étudier de plus près cette question si complexe et si imposante de la température dans la fermentation du vin dans les pays chauds. Pour plus de clarté, nous diviserons cette étude en trois parties :

1° Influence de la température sur le travail des levures de vin ;

2° Influence de la température sur la constitution et la qualité du vin ;

3° Influence de la température sur la tenue du vin.

Influence de la température sur le travail des levures. — Nous avons dit précédemment que, lorsque la température s'élevait au-dessus de 40°, la levure passait à l'état de vie latente et ne manifestait plus son pouvoir ferment. Chaque levure possède ainsi une température critique, variable avec la composition du milieu. La levure n'est pas tuée mais elle se trouve dans un état de morbidité qui l'empêche de se reproduire et de travailler à la dislocation de la molécule de sucre. Les levures maintenues à cette température élevée pendant un temps plus ou moins long présentent des différences morphologiques importantes avec celles qui travaillent à une température normale, c'est-à-dire entre 25 et 30°. Examinés au microscope, les globules de levure, dans ce dernier cas, se montrent vigoureux, turgescents et très réfringents. Dans les fermentations qui ont eu à subir la température de 40 degrés, le globule est le plus souvent pigmenté et ridé et le travail n'est plus le même.

La cause initiale de ces différences physiologiques et morphologiques est assurément la température élevée défavorable à la vie de la levure.

Quand la levure fonctionne dans ces conditions anormales, le vin renferme bientôt des produits toxiques provenant de l'excrétion de la levure elle-même ou des espèces étrangères qui tendent à prendre sa place après l'arrêt de la fermentation, de telle sorte que la levure ne peut plus faire fermenter ce milieu encore riche en sucre si on le ramène à une température convenable. Bien plus, si on ajoute un levain formé de ferments en pleine activité à ce vin renfermant encore une notable quantité de sucre indécomposé, la levure se développe difficilement ou ne se développe pas du tout parce que le milieu est devenu impropre à son évolution. Le milieu est devenu momentanément stérile.

M. Müntz a constaté que les vins obtenus à haute température renfermaient plus d'ammoniaque que les vins faits à une température normale et attribue cette différence aux fermentations microbiennes qui se produisent parallèlement à la fermentation alcoolique à haute température.

D'un autre côté, nous savons également que les vins obtenus à haute température sont plus riches en matières azotées que ceux obtenus à basse température et la différence serait constituée par des toxines provenant de la sécrétion des levures malades.

Les viticulteurs algériens ont donc le plus grand intérêt à maintenir leurs cuvées dans des limites de température favorables.

Les levures comme tous les êtres vivants sont susceptibles de s'adapter peu à peu à des conditions nouvelles d'existence. Si on les fait vivre à une température élevée, les différences individuelles se manifestent, les globules les plus résistants à la chaleur se développent surtout et on obtient bientôt, par le jeu de la sélection naturelle, une race nouvelle qui, l'adaptation progressive aidant, est capable de supporter des températures plus élevées que la levure initiale, sans en souffrir.

C'est pourquoi il convient d'employer de préférence

nos levures indigènes, habituées aux températures de nos régions.

Le rendement en alcool relatif est aussi influencé par la température. Il est d'autant moins élevé que la température est plus forte. Nous avons vu précédemment que le rapport du poids de l'alcool obtenu au poids du sucre disparu était de 48,4 pour 100, c'est-à-dire que 100 grammes de sucre pouvaient donner 48gr4 d'alcool ou 61 centimètres cubes à 15 degrés. C'est là un rendement théorique qu'on n'obtient pas en pratique où on ne dépasse pas 47 pour 100, c'est-à-dire qu'il faut comme nous avons déjà vu 17 grammes de sucre pour donner 1 pour 100 d'alcool en volume.

L'affaiblissement du rendement en alcool se manifeste non seulement lorsque l'action du ferment alcoolique est annihilée par la température, lorsque la fermentation s'arrête en laissant le champ libre aux organismes étrangers qui se développent aux dépens du sucre restant, mais encore quand la composition du moût est anormale, quand il est trop sucré ou quand le vin est trop alcoolique.

La proportion d'alcool formé est également influencée par la nature des levures qui ont présidé à la décomposition du sucre. Il y a des pertes d'alcool qui sont inévitables pendant la fermentation, dues à son entraînement par les gaz de la fermentation. Il y a encore les pertes d'alcool qui se produisent au moment du soutirage et du remontage à la cuve, pendant l'aération. Ces pertes qui sont faibles à basse température augmentent rapidement avec l'élévation de la température. Cela tient à la tension élevée de la vapeur d'alcool, qui est déjà de 44,5 millimètres de mercure à 20 degrés, de 78,5 à 30 degrés et de 134 millimètres à 40 degrés.

Si les pertes d'alcool par entraînement ne sont pas plus considérables, c'est parce que le dégagement gazeux qui se produit par l'ouverture du foudre ou de

la cuve cesse d'être abondant lorsque la température est très élevée.

Ces diverses causes qui tendent à diminuer le rendement absolu en alcool et à abaisser le degré alcoolique du vin fait sont d'autant plus actives que la température est plus élevée.

Dans toutes les expériences que nous avons pu faire, en Algérie, dans les conditions de la pratique ordinaire, le rapport entre l'alcool en volume formé et le sucre disparu a varié entre 0,52 et 0,56.

Le rendement théorique étant 0,61, il n'y a donc pas, dans le second cas, une grande disproportion entre le titre alcoolique du vin et la richesse saccharine du moût qui l'a produit. Ce rapport est du même ordre que ceux observés dans les pays moins chauds. Mais, dans le premier cas, l'affaiblissement du rendement (0,52) en alcool est très marqué et la perte relativement considérable.

L'élévation de la température a aussi une influence marquée sur l'acidité totale des vins. L'acidité augmente quand la température de la fermentation s'accroît. Cette augmentation reconnaît deux causes : 1° les fermentations secondaires qui se produisent toujours plus ou moins à haute température ; 2° une modification dans le travail de la levure qui, comme nous l'avons indiqué plus haut, produit moins d'alcool pour un poids donné de sucre et donne davantage de produits secondaires parmi lesquels se trouvent des corps acides.

En résumé, lorsque la fermentation s'accomplit à haute température, nous constatons des modifications profondes dans le travail de la levure. Le sucre est moins bien utilisé, l'alcool diminue tandis que les produits secondaires de la fermentation augmentent. La fermentation alcoolique devient traînante, s'arrête bientôt, tandis que les ferments de maladies, notamment le ferment mannitique, se développent rapidement. Il se produit peut-être une fermentation symbiotique due à l'association de la levure et des bactéries.

La conséquence toute naturelle des faits que nous venons d'exposer c'est qu'il faut faire travailler les levures à une température convenable que nous aurons à examiner plus loin.

Influence de la température sur la constitution et la qualité des vins. — Nous venons de voir que les hautes températures abaissaient le titre alcoolique du vin, en même temps que des produits nouveaux sécrétés par la levure ou les ferments de maladies y étaient introduits. Il en résulte que les vins obtenus dans ces conditions sont moins fins, présentent souvent des goûts étrangers et sont toujours inférieurs à ceux obtenus à basse température.

Il y a plus, quand la fermentation a lieu dans un moût très sucré, l'action toxique de la grande quantité d'alcool formé et la privation d'oxygène ajoutées à l'action de la chaleur arrêtent la fermentation avant la transformation totale du sucre et le vin reste douceâtre. C'est là qu'il faut chercher la cause principale des mauvais vins, des vins aigres-doux produits en grande quantité en Algérie avant l'emploi du procédé de refroidissement des moûts.

Tous ces défauts des vins produits à haute température sont toujours la conséquence du travail défectueux et incomplet de la levure.

Les températures élevées agissent encore d'une autre manière pour modifier la constitution du vin et en déprécier sa qualité.

Il est clair que plus la température est élevée et plus les parties solides, pépins, pellicules et rafles, cèdent au vin une proportion plus élevée de leurs éléments utiles ou nuisibles.

C'est ainsi que la crème de tartre dont la solubilité diminue lorsque la teneur en alcool augmente, croît, au contraire, avec la température, comme l'indique le tableau suivant :

CRÊME DE TARTRE

TEMPÉRATURE	SOLUBILITÉ DANS L'ALCOOL	
	A 10 0/0	A 15 0/0
—	—	—
15	2,49	1,75
20	2,85	1,86
25	3,10	2,15
30	4,08	2,70
40	5,95	4,00

En fait, l'analyse montre que l'extrait sec réduit des vins faits à une haute température est toujours plus fort que celui des vins faits à basse température. Plus tard, quand le vin sera refroidi, la teneur en bitartrate deviendra normale par précipitation de l'excès de crème de tartre, mais il n'en est pas ainsi pour d'autres principes qui, dissous soit à la faveur de la température élevée, soit à la faveur des autres éléments, resteront en proportion anormale dans le vin et lui communiqueront un goût de marc plus ou moins prononcé.

Du reste, cette macération du marc à haute température peut faire passer dans le vin des principes qui, dans les conditions anormales, restent dans les parties solides, surtout si le contact est prolongé, mais nous manquons de renseignements à ce sujet.

Il semble toutefois se dégager des expériences entreprises à ce sujet que la matière colorante est altérée et moins stable. La couleur des vins faits à haute température est moins brillante, indécise, moins franche que celle des vins faits à basse température.

Les dégustateurs s'accordent pour reconnaître l'infériorité des vins obtenus à haute température.

En résumé, la constitution des vins obtenus à haute température est généralement défectueuse : ils sont moins alcooliques, renferment les principes ordinaires du vin en proportion anormale, contiennent souvent des principes nouveaux nuisibles à leur qualité.

Il est presque superflu d'ajouter que ces modifica-

tions, dans la constitution du vin, entraînent une diminution de qualité.

Influence de la température sur la tenue des vins. — Après ce que nous venons de dire de l'influence de la température sur le travail des levures et la constitution des vins obtenus à température élevée, les conclusions relatives à leur tenue sont toutes indiquées. Ces vins sont de mauvaise tenue.

On conçoit en effet que ces vins dont la constitution est déjà mauvaise, instable et qui, en outre, contiennent des éléments d'altération, tels que le sucre, etc., soient rapidement envahis par les ferments de maladies qu'ils contiennent déjà en grand nombre après la fermentation.

Ici, pas de fermentation lente alcoolique transformant le reste du sucre en alcool et rendant le vin sec, comme cela a lieu dans les vins sains ; au contraire, les organismes étrangers se développent en abondance et rendent bientôt le vin imbuvable. C'est à cela que les vins algériens doivent leur mauvaise réputation.

Si la conservation des vins fermentés à une température convenable et bien fait n'est pas absolue, l'éclosion des maladies y est cependant très rare quand on leur donne les soins nécessaires.

MM. Gayon et Dubourg ont montré que le ferment mannitique se développait aux dépens du sucre que renferment les vins dont la fermentation alcoolique est restée inachevée.

De tout ce qui précède, il résulte que les températures élevées sont nuisibles à une bonne vinification, de quelque côté qu'on les regarde et que le refroidissement des moûts s'impose dans toutes les régions chaudes où l'on est exposé à ces hautes températures pour les cuvages en grande masse.

Les vins obtenus seront plus alcooliques, mieux constitués, plus beaux, plus fins et surtout plus solides.

MOYENS POUR ATTÉNUER LES EFFETS DE LA CHALEUR

Avant d'aborder le refroidissement des moûts nous devons dire quelques mots des moyens qui ont été proposés pour atténuer les effets de la chaleur lorsqu'on ne possède pas l'outillage ou les éléments nécessaires à la réfrigération.

Quant la fermentation devient traînante, le soutirage suivi du remontage à la cuve permet souvent de ranimer l'activité de la levure. Mais ce procédé a l'inconvénient d'augmenter les pertes d'alcool et de ne pas toujours produire l'effet attendu.

Dans d'autres cas, on peut faire barboter, dans le moût en train de fermenter, de l'air finement divisé.

On arrive encore à pallier l'influence de la température par le refroidissement préalable des raisins. Il suffit d'exposer les raisins, sous une faible épaisseur, au rayonnement nocturne, et, s'il y a siroco, de les arroser, pour obtenir un refroidissement notable. Ce moyen, qui est excellent pour les petites et les moyennes exploitations, ne saurait convenir aux vignobles importants. Pour ces derniers, les raisins sont arrosés et placés dans un courant d'air artificiel.

On peut ainsi encuver les raisins à une température voisine de 20 degrés, ce qui permet de faire partir la fermentation plus lentement et d'accroître la quantité de sucre décomposé avant que le maximum de température soit atteint.

Tous ces moyens sont insuffisants pour les moûts dont la richesse en sucre est supérieure à 18 ou 20 pour 100.

Enfin, on s'est appliqué à empêcher l'élévation de la température du moût en employant des foudres ou des cuves de petites dimensions. On comprend, en effet, qu'au fur et à mesure que la capacité s'accroît, le

rapport entre l'excès de température et la surface de refroidissement augmente, puisque la capacité (et par suite la quantité de chaleur dégagée) croît comme le cube des dimensions linéaires, tandis que la surface de refroidissement croît seulement comme le carré.

Un dernier moyen consiste à ajouter de l'eau au moût pour le ramener au degré voulu.

Le mouillage à la cuve est tout indiqué lorsque les raisins ont été plus ou moins flétris par le siroco.

Les raisins exposés au siroco peuvent facilement gagner 2 à 3 pour 100 de sucre. Si une pluie survient, ils peuvent réabsorber l'eau qu'ils avaient perdue sous l'action d'une température élevée et d'une chaleur prolongée. L'addition d'eau à la cuve ne présente donc pas ici le caractère frauduleux qu'on attache généralement au mouillage, puisqu'on se borne à remplacer l'eau qui a été enlevée prématurément par le siroco et qui pourrait être reprise naturellement si les circonstances climatériques venaient à changer avant la vendange. Cette addition d'eau a lieu à la cuve, au lieu d'avoir lieu au vignoble : voilà toute la différence.

J'ai eu occasion de faire à ce sujet quelques expériences concluantes.

Avec des raisins dont le moût contenait 24,12 pour 100 de sucre, on ajoutait environ 12 pour 100 d'eau, ce qui ramenait la teneur en sucre à 21 pour 100. Dans ces conditions, la fermentation se terminait à peu près complètement ; il ne restait que 3 à 4 grammes de sucre par litre au décuvage. Les cuvées faites sans addition d'eau (et sans réfrigération) contenaient une proportion de sucre variant de 30 à 60 grammes par litre.

RÉFRIGÉRATION DES MOUTS

Nous venons de passer en revue les divers moyens employés par les viticulteurs pour préserver la ven-

dange d'une trop grande élévation de température et permettre à la levure de se développer dans les conditions normales et d'achever la transformation du sucre.

Il nous reste à nous occuper du refroidissement des moûts par les réfrigérants. C'est la méthode la plus rationnelle, la plus pratique et la plus efficace.

Si l'influence du siroco sur les fermentations en cours est négligeable, il n'en est pas de même de son action sur les raisins attachés aux ceps, dont la température peut s'élever notablement.

Cet échauffement préalable de la vendange a pour effet de faire partir brusquement la fermentation, si on n'a pas soin de refroidir le moût. Le dégagement de chaleur est alors rapide, et, comme l'écart entre la température initiale et celle à laquelle les levures ne peuvent plus travailler est faible, il en résulte que la fermentation s'arrête court quand la quantité de sucre restant à transformer est encore considérable.

L'idéal serait d'enlever le calorique au fur et à mesure de sa production et d'effectuer la fermentation à une température constante. En réalité, nous sommes obligés de procéder autrement. Nous abaissons la température du moût à un certain degré, elle remonte ensuite; lorsqu'elle a atteint l'élévation voulue, nous la faisons encore redescendre si c'est nécessaire et ainsi de suite.

L'essentiel est de maintenir les oscillations autour d'un certain degré de température. Quel est ce degré et à quel moment faut-il réfrigérer ?

Pour la levure, comme pour les autres cellules vivantes, il y a trois températures à considérer. Ce sont: 1° une certaine limite inférieure au-dessous de laquelle la vie ne se manifeste plus; 2° une certaine limite supérieure au-dessus de laquelle la vie s'arrête également; 3° quelque part dans l'intervalle, une température où la vie se manifeste avec toute son énergie et toute sa force et où la levure, tout en donnant un haut

rendement en alcool, assure au produit fermenté le maximum de qualité: *c'est l'optimum* de température. Dans le cas qui nous occupe, il est impossible de fixer d'une manière précise la température optimum, parce que les différentes variétés de levure ne se comportent pas de la même manière vis-à-vis de la température et que leur résistance individuelle est variable avec la composition du moût; mais l'expérience montre que c'est entre 25 et 30° que la levure remplit le mieux les conditions que l'on cherche, à savoir la transformation du sucre avec le plus fort rendement en alcool, et qu'on obtient les meilleurs résultats.

C'est donc dans cet intervalle qu'il faut faire la fermentation; mais nous pouvons sans inconvénient nous en écarter de quelques degrés en dessus ou en dessous. Toutes les fois que cela sera possible, il faudra cependant éviter de laisser la température s'élever au-dessus de 36 degrés et il vaudra mieux descendre au-dessous de 30 degrés que de laisser le moût s'échauffer à 36 degrés.

Ici se pose une autre question: c'est celle de savoir quelle est la quantité de calories qu'il faut soustraire au moût pour que la fermentation puisse se poursuivre et se terminer entre 25 à 30°. Le nombre des calories qu'il faut enlever au moût s'accroît avec l'augmentation de la richesse du moût en sucre.

Les expériences que nous avons faites nous ont montré qu'avec des moûts contenant 24 à 25 pour 100 de sucre, dans les conditions ordinaires, il fallait enlever 20 calories par litre à la masse de la vendange. C'est suffisant.

C'est à M. Brame que revient le mérite d'avoir le premier utilisé le réfrigérant de brasserie, en Algérie, pour refroidir le moût de raisin; mais c'est M. Dessoliers qui paraît avoir été le premier à employer cette méthode d'une manière rationnelle (1).

---

(1) L'idée appartient à M. Lecq.

Il y a deux manières de procéder au refroidissement du moût: la première consiste à refroidir le moût dans la cuve même, la seconde à le refroidir extérieurement.

Dans le premier cas, on obtient l'abaissement de la température en faisant circuler de l'eau froide dans un long serpentin établi dans la cuve même. Ce procédé onéreux et peu pratique est aujourd'hui à peu près complètement abandonné.

Dans cette catégorie, on peut encore ranger les cuves métalliques de M. Toutée qui permettent le refroidissement de la vendange, grâce à la conductibilité de leurs parois.

Théoriquement, l'emploi des cuves en tôle émaillée et recouvertes d'une toile qu'on maintient humide paraît excellent, parce que, dans ce cas, le calorique disparaît au fur et à mesure de sa production. Mais, pour que toutes les parties du moût viennent successivement se refroidir au contact des parois de la cuve, il faut brasser la masse, les courants qui s'établissent à l'intérieur étant insuffisants à produire ce résultat. Le remontage à la cuve, en établissant une circulation du vin, permet de réaliser en partie ce desideratum et de faire bénéficier le chapeau de la perte de chaleur. Dans la vinification en blanc, cet inconvénient est bien moins sensible.

Malgré cela, l'emploi des cuves métalliques ne s'est pas répandu en Algérie. C'est que pour que la surface évaporante de la cuve fonctionne dans de bonnes conditions, il faut de l'air sec en mouvement, circonstance qui ne se rencontre pas toujours.

Dans ces conditions, le renouvellement intégral du matériel de la cuverie serait beaucoup trop dispendieux pour le résultat qu'on en obtiendrait.

Pour le moment, il vaut mieux s'en tenir au refroidissement du moût par l'eau avec circulation extérieure.

Ce système peut aussi être appliqué de deux manières différentes :

1° Le moût tombe en pluie sur la surface des tubes qui renferment l'eau. Cette réfrigération au contact de l'air entraîne forcément une oxydation énergique du vin. Or, nous avons vu que si l'oxydation de la vendange était toujours utile, il fallait être prudent avec les vins complètement ou partiellement faits.

Il convient d'ajouter qu'on peut limiter le contact de l'air en fixant deux tôles ondulées sur le réfrigérant, de manière à laisser juste l'espace suffisant pour laisser passer le vin.

C'est de cette manière que les premières réfrigérations ont été effectuées en Algérie.

2° Le moût circule en espaces fermés refroidis par un courant d'eau. C'est à ce système de réfrigération à l'abri de l'air qu'on s'accorde généralement à donner la préférence, quitte à aérer avant ou après l'opération si on le juge utile.

Les réfrigérants ont pour organe commun un ou plusieurs tubes dans lesquels circule le moût à refroidir. Ils se distinguent, d'ailleurs, en plusieurs catégories suivant que les tubes sont horizontaux on verticaux, suivant que l'eau coule dans des tubes concentriques ou est distribuée en pluie sur la surface de tubes qui renferment le vin.

On peut souvent réaliser soi-même très simplement un appareil de réfrigération quand on a beaucoup d'eau à sa disposition. Un tube de cuivre étamé, formé de plusieurs tronçons réunis par des bouts en caoutchouc, placé dans une rigole, forme un excellent réfrigérant. L'eau et le vin coulent en sens inverse et on règle les débits de manière à obtenir l'abaissement de température cherché.

On peut encore disposer ces tubes dans un bassin, repliés sur eux-mêmes, avec des cloisons pour régler la circulation de l'eau et mieux l'utiliser.

Si l'on n'a à sa disposition qu'un volume d'eau limité, il est préférable de s'adresser aux instruments fournis

par les constructeurs qui utilisent mieux l'eau. Certains de ces appareils utilisent en outre l'action réfrigérante de l'air par évaporation d'une partie de l'eau de réfrigération.

Enfin, lorsque le volume d'eau fraîche dont on dispose pour alimenter le réfrigérant est insuffisant, on peut se servir de la même eau après l'avoir préalablement refroidie par évaporation. Le refroidissement produit par l'évaporation de l'eau est proportionnel à la différence qui existe entre la tension maxima de la vapeur d'eau et celle qui existe dans l'air à la température du moment, c'est-à-dire en raison inverse de l'état hygrométrique de l'air $\frac{f}{F}$ et croît avec la vitesse de l'air dès que la vitesse du courant est supérieure à 8 mètres par seconde.

De ces deux facteurs, l'un peut être modifié, la vitesse de l'air; l'autre, le plus important, l'état hygrométrique doit être pris tel qu'il se trouve. C'est pourquoi l'efficacité des appareils d'évaporation est fort variable suivant la situation et suivant les jours.

Théoriquement, la quantité d'eau perdue est minime puisqu'elle se réduit à la quantité vaporisée pour rafraîchir celle qui reste. Ainsi, pour abaisser de 30 à 20° la température de 100 hectolitres d'eau, il faut évaporer environ 160 litres d'eau, soit 1,60 pour 100. Dans la pratique, les pertes s'élèvent de 3 à 4 pour 100.

On peut imaginer divers moyens pour obtenir le refroidissement de l'eau. M. H. Dessoliers emploie une cheminée en briques creuses disposées en chicanes. L'eau qui sort du réfrigérant est distribuée en pluie au sommet de la cheminée et descend lentement sur les parois des canaux ; un ventilateur placé à la base refoule l'eau en sens inverse.

M. Wohlhüter se sert d'une tour en fer garnie de balais de bruyère. L'eau ainsi refroidie par évaporation

est recueillie au bas de l'appareil et renvoyée dans le réfrigérant (1).

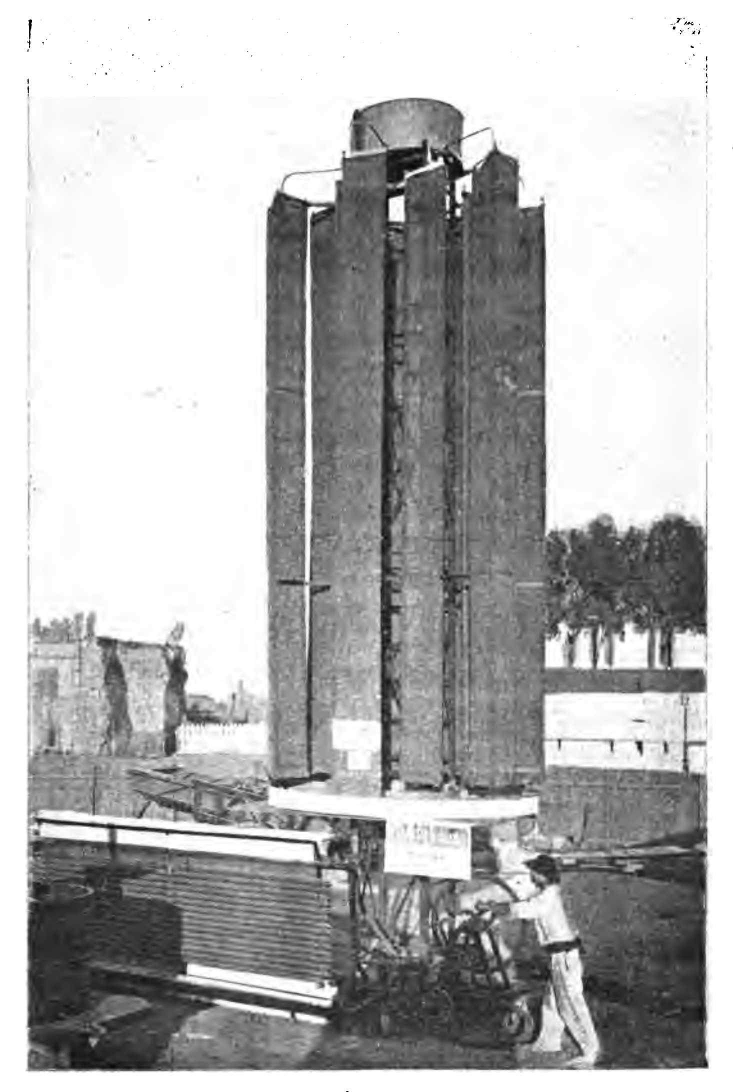


Fig. 31. — Évaporateur Pitolet.

(1) D'autres remplacent les balais par des ficelles.

D'autres fois, la surface évaporatrice est fermée par des plaques trouées superposées dans un bâti en bois ; par des toiles métalliques tendues parallèlement sur toute la hauteur du bâti ; par des plans inclinés disposés en zigzag ; par des claies de roseaux ; par des toiles disposées en losanges. Pour éviter les déperditions d'eau par les vents forts, M. Pitolet a imaginé un appareil composé de 12 cheminées triangulaires formées de toile à sac tendue, sur la paroi intérieure desquelles l'eau ruissèle, tandis que le vent en sèche la surface extérieure. Ces cheminées sont à section triangulaire et ont $0^{m},42$ de côté et $5^{m},70$ de hauteur. Elles sont dressées autour d'une charpente en fer supportant un bassin destiné à recevoir l'eau chaude (fig. 31).

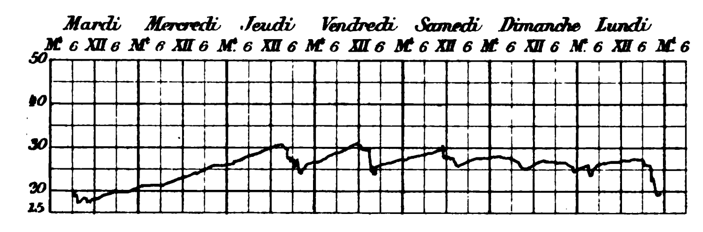


Fig. 32. — Courbe de la température d'une cuvée (3 réfrigérations).

Ce qui importe le plus pour pratiquer la réfrigération, c'est donc d'avoir de l'eau à sa disposition en quantité suffisante. Avec les réfrigérants actuellement en usage, la température des eaux de source en Algérie, variant de 20 à 22 degrés, il faut, pour que le refroidissement se fasse assez rapidement, disposer d'un volume d'eau égale à celui du vin.

Le nombre de calories à enlever au moût pour maintenir sa température autour de 30 degrés est variable et dépend de la température initiale de la vendange, en même temps que de la richesse en sucre des raisins, mais dans les circonstances ordinaires on n'a pas à dépasser 20 calories comme l'indique le graphique de la figure 32.

Si l'on veut maintenir la température des cuvées dans des limites de température assez étroites, par exemple, entre 25 et 30 degrés comme l'indique les figures 32 et 33 on est obligé de passer deux ou trois fois le moût au réfrigérant. Comme le moût qui s'écoule librement traverse seul l'appareil et qu'il ne représente que les deux tiers environ de la masse totale, il s'ensuit qu'il faut lui enlever 30 calories par litre, dans les circonstances les plus défavorables. En réalité, ce nombre est un peu supérieur parce que nous ne tenons pas compte des calories dégagées pendant le temps de la réfrigération. Exemple : si le vin est à la température

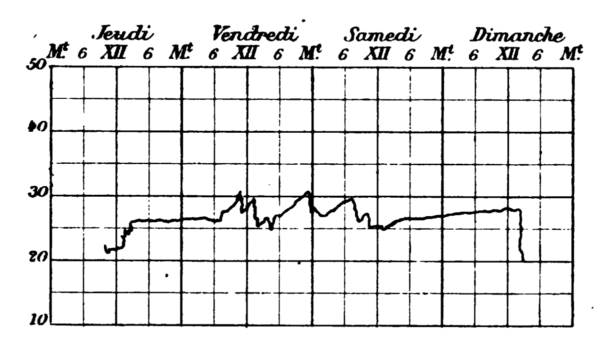


Fig. 33. — Courbe de la température d'une cuvée (3 réfrigérations).

de 30° et si nous voulons abaisser la température de la cuvée à 26°, il faut que le moût sorte à 24° du réfrigérant.

Les cuvées ainsi conduites sont dans les meilleures conditions possibles, mais comme il faut deux ou trois réfrigérations successives pour chaque cuvée, si on ne veut pas laisser le vin s'échauffer sensiblement au-dessus de 30°, il en résulte que le volume d'eau fraîche nécessaire est de 2 à 3 fois celui du vin à produire. De plus, ce système exige l'emploi d'un plus grand nombre de réfrigérants.

Une autre méthode consiste à laisser la température

s'élever jusqu'à 36° (et quelquefois plus comme l'indiquent les figures 27 à 30, et à déterminer ensuite une chute considérable et brusque de température. Dans ces conditions, une seule réfrigération suffit et on réalise une économie d'eau et de temps; mais ces variations brusques et importantes ne sont peut-être pas favorables à la levure. Cependant pour les moûts très sucrés, pouvant donner 14 à 15 pour 100 d'alcool, il faut encore compter sur 2 ou 3 réfrigérations.

Remarquons, en passant, que la fermentation d'abord très rapide pendant le premier et le second jour, devient de plus en plus lente au fur et à mesure qu'elle avance

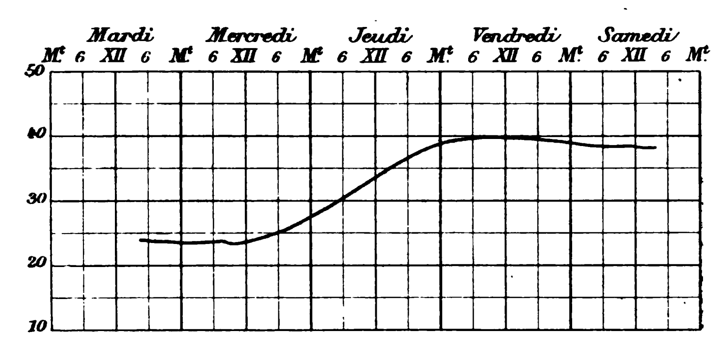


Fig. 34. — Courbe de la température d'une cuvée non refroidie.

(fig. 34). Il y a plusieurs causes qui concourent à produire ce résultat, notamment l'augmentation de la proportion d'alcool. C'est donc généralement le second jour qu'il faut procéder à la réfrigération des cuvées.

Il faut enfin pouvoir arriver à refroidir facilement 100 hectolitres de moût en 2 heures, lorsqu'on a un débit d'eau de 1 litre par seconde.

D'un autre côté, il n'est pas avantageux de chercher à obtenir l'échange intégral de température parce que cette condition ne pourrait être réalisée qu'en donnant des dimensions exagérées aux réfrigérants ou en diminuant la vitesse des liquides qui coulent de chaque

côté de la paroi métallique; il est préférable de s'en tenir à un écart de 2 ou 3 degrés. Connaissant d'une part la température de l'eau et son débit, de l'autre, la température du vin à refroidir et celle à laquelle on veut le ramener, on peut toujours calculer le débit qu'il faut donner au vin.

Exemple: Étant donné du vin à 30° à ramener à 24°, nous avons la relation $Et = vt'$, t étant la température gagnée par l'eau et t' celle perdue par le vin. Dans ce cas, le débit du vin doit être seulement de $0^{l},66$ si la température de l'eau est de 20°, la surface du réfrigérant étant telle que pour des volumes égaux d'eau et de vin la température de ces deux liquides à la sortie soit égale à la moyenne des températures initiales.

Si on note la température de l'eau et du vin, à l'entrée et à la sortie de l'appareil ainsi que les jaugeages exacts des volumes débités, on n'obtient pas l'égalité entre la chaleur perdue et celle gagnée par l'eau. Le nombre des calories perdues par le vin est légèrement supérieur à celui des calories gagnées par l'eau. C'est que, du côté de l'eau, il y a d'une part un certain poids d'eau qui disparaît par évaporation et de l'autre les échanges directs avec l'air ambiant qu'il est impossible de mesurer.

Le tableau suivant contient quelques données numériques que nous avons pu recueillir sur le fonctionnement de certains réfrigérants.

Réfrigérant A.

EXPÉRIENCES	DÉBIT A LA MINUTE		TEMPÉRATURE		CALORIES	
—	—		—		—	
N° 1. . . .	Eau.	$11^{l}3$	A l'entrée.	20,5	Gagnées.	58,8
			A la sortie.	25,7		
	Vin.	75 0	A l'entrée.	27	Perdues.	75,0
			A la sortie.	27		
N° 2. . . .	Eau.	20	A l'entrée.	23	Gagnées.	20
			A la sortie.	24		
	Vin.	60	A l'entrée.	25,5	Perdues.	30
			A la sortie.	25		

Réfrigérant B.

N° 1. . . .	Eau.	43 1	A l'entrée.	20,5	Gagnées.	193,5
			A la sortie.	25		
	Vin.	60	A l'entrée.	34	Perdues.	210,0
			A la sortie.	30,5		
N° 2. . . .	Eau.	43	A l'entrée.	20,5	Gagnées.	150,5
			A la sortie.	24,0		
	Vin.	60	A l'entrée.	30,5	Perdues.	195,0
			A la sortie.	27,25		
N° 3. . . .	Eau.	20 6	A l'entrée.	20,5	Gagnées.	113,3
			A la sortie.	26,0		
	Vin.	66 6	A l'entrée.	29,5	Perdues.	133,2
			A la sortie.	27,5		

Réfrigérant C.

EXPÉRIENCES		DÉBIT A LA MINUTE	TEMPÉRATURE		CALORIES	
N° 1. . . .	Eau.	39 6	A l'entrée.	23	Gagnées.	257,4
			A la sortie.	29,5		
	Vin.	33	A l'entrée.	33	Perdues.	264,0
			A la sortie.	25		
N° 2. . . .	Eau.	39 6	A l'entrée.	23	Gagnées.	198
			A la sortie.	28		
	Vin.	33	A l'entrée.	31	Perdues.	231
			A la sortie.	24		
N° 3. . . .	Eau.	39 6	A l'entrée.	23	Gagnées.	158,4
			A la sortie.	27		
	Vin.	33	A l'entrée.	29	Perdues.	165
			A la sortie.	24		

Réfrigérant D.

N° 1. . . .	Eau.	66 6	A l'entrée.	22	Gagnées.	732
			A la sortie.	33		
	Vin.	100	A l'entrée.	39	Perdues.	1000
			A la sortie.	29		
N° 2. . . .	Eau.	91	A l'entrée.	23	Gagnées.	1001
			A la sortie.	34		
	Vin.	91	A l'entrée.	40	Perdues.	1001
			A la sortie.	29		

Je n'ai pas besoin d'ajouter que ces chiffres ne permettent pas d'établir une comparaison entre les divers instruments. Pour cela, il aurait été nécessaire de les faire travailler dans des conditions semblables, avec des liquides ayant un débit invariable et une température constante à leur entrée dans les appareils. Ils sont simplement destinés à montrer que le débit de l'eau et celui du vin doivent être convenablement réglés pour obtenir le maximum d'effet utile.

Dans toutes ces expériences, l'eau était prise à un robinet branché sur une conduite qui alimentait aussi d'autres prises qui étaient fermées pendant les essais, il pouvait cependant se produire des variations de débit.

Le moût était pris par une pompe à vapeur dans un baquet et refoulé dans le réfrigérant. Ici encore on avait des variations de débit.

La vitesse de refroidissement étant proportionnelle à l'écart de température entre l'eau et le vin, les errements généralement suivis et qui consistent à recevoir, dans le même foudre, le vin que l'on vient d'en extraire, pour le passer au réfrigérant, sont défectueux, même si l'on prend soin de répandre le moût refroidi en pluie à la surface du marc. L'effet utile baisse de plus en plus.

Il faut donc alimenter le réfrigérant avec le moût initial, régler le débit de manière à obtenir la température cherchée après un seul passage et conduire le moût refroidi dans une citerne spéciale, d'où il sera ensuite dirigé dans la cuve d'origine. Voici le dispositif qu'il convient d'adopter :

Au sortir du foudre ou de la cuve à réfrigérer, le moût tombe dans un grand baquet qui peut être un transport scié par le milieu. Dans ce baquet plonge le tube d'aspiration d'une pompe tandis que le tube de refoulement est relié avec l'orifice d'entrée du réfrigérant. L'orifice de sortie du réfrigérant est mis en communication avec la citerne par un tuyau.

Quand le moût est complètement écoulé, le tube d'aspiration de la pompe est relié avec le tuyau qui avait conduit le moût à la citerne et le tube de refoulement est placé sur le foudre ou sur la cuve et branché au robinet diviseur.

Il est bon d'appliquer à la citerne le même dispositif de fermeture que celui que nous avons déjà indiqué pour les foudres ou les amphores afin d'empêcher les germes de maladies de pénétrer à l'intérieur pendant qu'elle se vide.

La figure 35, représente le schéma de cette opération.

Pendant cette circulation, le moût peut être aéré trois fois : 1° en s'écoulant dans le baquet ; 2° en tombant dans la citerne ; 3° lorsqu'il est ramené dans le foudre ou dans l'amphore.

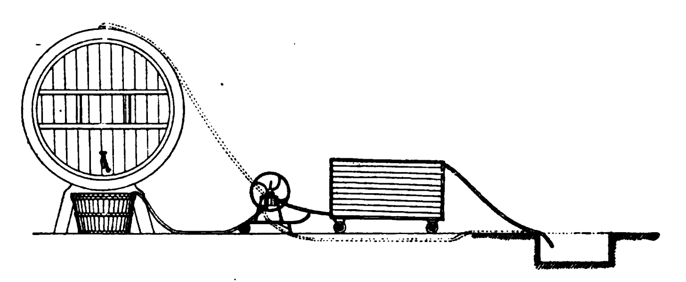


Fig. 35. — Figure théorique représentant la réfrigération et l'aération du moût.

L'aération au sortir du récipient doit être évitée autant que possible, surtout si la température du moût est élevée, parce que l'oxydation est trop énergique et que la matière colorante est plus ou moins altérée et que la perte d'alcool est sensible.

Par contre, l'aération dans la citerne et dans le foudre ou l'amphore, à l'aide du brise-jet que nous avons déjà décrit, sur le vin refroidi, est une opération toujours avantageuse.

Lorsque le moût en fermentation s'écoule du foudre, il est remplacé par de l'air qui se dissout en partie dans

le moût qui tombe en pluie lors du remontage. Il en est de même dans la citerne. Cette aération modérée, dans un espace limité, à l'abri des poussières et des germes contenus dans l'air a une action des plus heureuses sur la levure et sur les éléments du vin et permet d'éviter les pertes d'alcool.

Si l'on dispose d'assez d'eau pour marcher une journée, on pourra prendre des dispositions pour que cette eau soit ramenée à une température convenable, par le refroidissement nocturne ou par le refroidissement produit par l'évaporation, et qu'elle puisse être utilisée le lendemain.

L'abaissement de température produit pendant la réfrigération amène rapidement un dépôt de tartre assez abondant qui gêne la circulation du moût et entrave les échanges de température avec l'eau, aussi la section des tubes doit-elle être suffisante et le démontage facile pour en permettre le nettoyage. Les réfrigérants peuvent marcher une journée sans nettoyage, mais il est préférable de les nettoyer après la réfrigération de chaque foudre.

Les réfrigérants doivent aussi être munis d'un dispositif permettant de placer des thermomètres à l'entrée et à la sortie du vin afin qu'on puisse se rendre compte à chaque instant de l'abaissement de température produit et qu'on puisse régler le débit de l'eau et celui du vin.

Emploi de la glace. — Enfin, on peut utiliser la glace pour le refroidissement des moûts. La glace s'obtient aujourd'hui à un prix assez faible pour en permettre l'emploi dans la réfrigération des moûts en fermentation. Le meilleur moyen d'utiliser l'action réfrigérante de la glace consiste à la mettre en contact direct avec le moût, en prenant certaines précautions ; mais au fait, en somme, une addition d'eau. Ce mouillage ne peut être supporté que par les moûts ayant une certaine richesse saccharine.

On peut éviter le mouillage en laissant, entre le moût à refroidir et la glace, une mince paroi pour empêcher le mélange. Mais il est clair que, dans ce cas, l'effet utile de la glace est moindre : il est diminué de toute la chaleur venue de l'extérieur par contact et par rayonnement. Reste la question économique. Quelle quantité de glace faut-il employer pour obtenir un abaissement de température déterminée ?

Soit t la température de la cuvée, t' celle qu'on peut obtenir après l'addition de la glace et 79,25 étant la chaleur latente de fusion de la glace, on a la relation suivante :

$$P = \frac{100\,(t - t')}{79 \cdot 25 + t'}$$

dans laquelle P représente le poids de glace à ajouter par hectolitre pour obtenir l'abaissement de température cherché. Ainsi, pour abaisser la température de 6 degrés, il faudra ajouter $5^{kgr},5$ de glace par hectolitre ou 550 kilogrammes pour une cuvée de 100 hectolitres. Mais, si au lieu d'un abaissement de température de 6 degrés, nous avons besoin d'une diminution de 8 degrés, il faudrait employer $7^{kgr},5$ de glace par hectolitre.

Dans le premier cas, avec de la glace coûtant 3 francs le quintal, le prix de revient serait de 0 fr. 165 par hectolitre ; dans le second cas, il serait de 0 fr. 225.

Avec un bon réfrigérant de 1,500 francs, les dépenses seraient les suivantes : intérêt et amortissement en 20 ans, 150 francs par an. Soit, pour une production de 1,000 hectolitres, 0 fr. 15 par hectolitre ; pour une production de 3,000 hectolitres, 0 fr. 05 par hectolitre. Ces prix devraient être majorés de l'intérêt et de l'amortissement de la conduite nécessaire pour amener et évacuer l'eau et de la main-d'œuvre nécessaire pour l'élever à la hauteur voulue quand elle ne peut pas être amenée naturellement, sous une pression suffisante.

D'autre part, si l'approvisionnement est facile pour les celliers situés dans la banlieue des grandes villes, il n'en est pas ainsi pour les caves éloignées et la glace se trouve grevée de frais de transport élevés.

Il faut donc en conclure que la glace peut être employée avantageusement dans les petites exploitations, pour des abaissements de température peu considérables et près des villes, et que partout ailleurs elle est moins économique que les réfrigérants, quand on a à sa disposition une quantité d'eau suffisante.

Je n'ai pas fait entrer en compte la main-d'œuvre nécessaire au fonctionnement du réfrigérant (circulation et remontage du vin) parce que j'estime que l'emploi rationnel de la glace nécessite à peu près les mêmes manipulations si on introduit directement les blocs de glace dans la cuve en fermentation.

A notre avis, il est préférable d'introduire la glace dans la citerne à mélange, de laisser s'écouler dessus le vin chaud et de le remonter après fusion. De cette manière, on obtient une masse dont la température est uniforme.

Pour utiliser la glace sans la mélanger au moût, il suffit de la placer dans un cuvier muni d'un trop-plein, dans lequel plonge le tuyau où circule le vin. L'eau froide qui s'écoule par le trop-plein est évacuée par un canal à ciel ouvert, renfermant le tuyau d'amener du vin, de manière à utiliser aussi complètement que possible la différence de température.

Reste le cas, où la quantité d'eau nécessaire pour alimenter un réfrigérant est insuffisante et où on est obligé de se servir de la même eau en la refroidissant dans un *évaporateur*. Dans ces conditions, il suffit de surmonter le réfrigérant d'une boîte à glace dans laquelle on ramène l'eau qui vient de servir pour l'employer à nouveau. Il faut donc, dans chaque cas particulier, calculer l'intérêt et l'amortissement de l'appareil évaporateur, y ajouter les dépenses de main-d'œuvre

nécessaire pour élever l'eau dans le réservoir supérieur, et diviser le tout par le nombre d'hectolitres traités pour savoir si l'emploi de la glace est avantageux.

RÉFRIGÉRANTS

La plupart de ces instruments fonctionnent assez bien et les viticulteurs n'ont que l'embarras du choix. J'ajouterai que ce choix n'est pas facile parce que nous manquons d'expériences comparatives pour le déterminer. Dans ces appareils, il faut chercher un effet utile élevé et un travail assez rapide.

A la station œnologique, nous nous servons de l'appareil de MM. Müntz et Rousseaux. Il se compose essentiellement d'une série de tubes en cuivre de 40 millimètres de diamètre et de 1 millimètre d'épaisseur, dans lesquels le moût circule et dont l'extérieur est continuellement arrosé d'eau. Suivant les quantités qu'on veut refroidir dans un temps donné, l'appareil a des dimensions plus ou moins grandes.

Les tubes sont disposés en deux faisceaux parallèles et ont une longueur de 2 à 4 mètres. Ces tubes sont reliés entre eux par deux pièces en bronze, dans lesquelles s'engagent leurs extrémités, séparées par des cloisons et dont la fermeture hermétique est assurée par un joint de caoutchouc, de telle sorte que la communication des tubes les uns avec les autres a lieu alternativement. Un tube supplémentaire relie le haut de l'un des faisceaux au bas de l'autre.

Dans le modèle le plus répandu, il y a deux faisceaux de 19 tubes chacun et de 4 mètres de longueur, soit une longueur totale de tubes de 152 mètres.

Au-dessus une auge métallique percée de deux lignes de petits trous correspondant aux tubes permet de distribuer l'eau en pluie.

Pour obtenir une meilleure distribution de l'eau, les

tubes sont entourés d'une toile grossière qui s'imbibe régulièrement.

Un réservoir intérieur permet de recueillir l'eau qui est ensuite écoulée au dehors.

L'appareil est monté sur roues et peut être amené facilement devant la cuve à refroidir.

Le réfrigérant Guillebaud, que l'on trouve dans beaucoup de celliers en Algérie, se compose également de deux faisceaux de tubes en cuivre.

L'appareil représenté dans la figure 36 comporte deux rangées parallèles de 19 tubes de 4 mètres de longueur, comme dans le réfrigérant Müntz et Rousseaux. Mais comme les deux tubes qui constituent chaque élément ne sont pas séparés, il en résulte que le parcours du vin est moitié moindre et le débit double. Dans ces conditions, il est clair que si on règle le robinet de sortie de manière à obtenir un débit égal, on diminue de moitié la vitesse des molécules du vin qui circulent dans les tubes et que, finalement, la durée du contact entre l'eau et le vin est sensiblement la même.

Les deux plaques obturatrices s'ouvrent sur des charnières de telle sorte que l'ouverture et la fermeture est très rapide et que le nettoyage est facile. Les tubes sont nettoyés à l'aide d'un écouvillon.

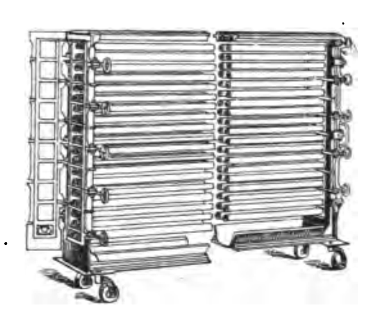


Fig. 36. — Réfrigérant Guillebaud.

L'appareil est monté sur roues et se déplace très facilement.

Le moût entre par la partie inférieure et se refroidit graduellement au fur et à mesure qu'il gagne la partie supérieure; l'eau, au contraire, tombant sur les deux tubes supérieurs s'échauffe progressivement en descendant.

On a cherché à augmenter la surface de contact de l'eau et du vin en faisant couler ce dernier entre deux lames d'eau pour faciliter les échanges de température.

Un appareil de ce genre peut être réalisé par deux tubes concentriques plongeant dans une auge, figure 37.

Fig. 7.

Le vin circule dans l'espace annulaire compris entre la surface interne du tube extérieur et la surface externe du tube intérieur. L'eau marche en sens inverse dans le tube intérieur, puis dans l'auge ; elle agit ainsi sur les deux surfaces du vin.

Dans ce cas, il est préférable d'avoir deux prises d'eau et d'établir deux courants d'eau parallèles et en sens inverse de celui du vin, l'un dans le tube intérieur et l'autre dans l'auge.

Le nombre des éléments est variable avec le résultat qu'on veut obtenir. Ces éléments peuvent être disposés en réfrigérants formant un appareil monté sur roues comme les précédents ou disposés dans un cuvier dans lequel on fait arriver de l'eau froide. Dans ce dernier cas, il est bon de cloisonner le cuvier par des lames formant chicane, c'est-à-dire livrant alternativement passage à l'eau en haut et en bas ou d'un bout et de l'autre de l'appareil, de manière à établir un courant d'eau parallèle et de même sens à celui qui est établi dans le tube intérieur.

Le défaut de tous ces appareils est le danger d'obstruction. Pour l'éviter, la différence de rayon entre le tube enveloppé et le tube enveloppant doit être au moins de 2 centimètres et il est utile de placer une toile métallique à l'entrée du tube d'aspiration pour débarrasser le moût des parties solides, grossières qu'il peut tenir en suspension.

Signalons enfin le réfrigérant de M. Andrieu, toujours basé sur le même principe. Il se compose essentiellement de deux cuves métalliques concentriques : la

cuve intérieure contient l'eau et la cuve extérieure renferme le moût à refroidir; la circulation des deux liquides est inverse et se fait de bas en haut, figure 38.

Les parois et le fond de la cuve enveloppée sont à une distance de $0^{m},10$ des parois et du fond de la cuve enveloppante. Je n'ai pas besoin d'ajouter qu'on peut faire varier beaucoup les formes et les dimensions de ces éléments de réfrigération, suivant les conditions dans lesquelles on se trouve et le but à atteindre. On peut aussi remplacer l'action de l'air sur les parois de la cuve extérieure par celle de l'eau et augmenter la puissance de l'appareil.

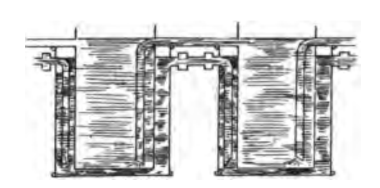


Fig. 38. — Réfrigérant Andrieu.

En dehors des quelques types de réfrigérants que nous venons de décrire, il y en a beaucoup d'autres qui peuvent être construits économiquement et convenir dans bon nombre de cas particuliers.

PRISE DE LA TEMPÉRATURE DES CUVES

Après ce que nous avons dit de l'influence de la température sur la fermentation, il est inutile de montrer aux viticulteurs que la connaissance de cette température est absolument indispensable pour mener à bien la vinification.

Tout d'abord, il est nécessaire de savoir que la température d'une cuvée en fermentation n'est pas la même en ses différents points, surtout avec le système à chapeau flottant.

Dans ce dernier cas, la température est généralement minimum à la partie inférieure et maximum dans la partie du marc qui baigne dans le liquide. Au-dessous

du marc se trouve une zone dont la température intermédiaire se rapproche plus ou moins de la moyenne.

C'est donc dans cette zone qu'il convient de plonger le réservoir thermométrique si on veut avoir une température moyenne. Avec le système de fermentation à chapeau immergé, les différences de température des diverses couches dans le plan vertical, sont moins grandes.

Le moyen le plus simple pour procéder à la détermination de la température d'une cuvée consiste à plonger dans le marc, à la profondeur voulue, une canne creuse terminée par une pointe fermée et renfermant un thermomètre ordinaire, figure 39. On laisse la canne immergée le temps nécessaire pour que le thermomètre qu'elle porte puisse se mettre en équilibre de température avec le milieu ambiant. Quand on retire la sonde, la boule du thermomètre reste plongée dans le vin qui s'est introduit dans le réservoir inférieur de la canne, ce qui empêche son refroidissement et permet de faire une observation exacte. Une fenêtre ménagée dans la paroi de la canne, à la hauteur de la tige du thermomètre, rend la lecture de la température facile.

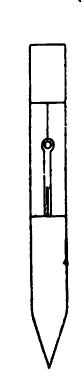


Fig. 39. Thermomètre pour décuvage.

Il vaut encore mieux se servir d'un thermomètre à maxima si on en a un à sa disposition. Ces instruments conservent, comme on sait, la température la plus élevée à laquelle ils ont été soumis. Il suffit ensuite pour les faire servir à nouveau de leur donner quelques secousses pour faire rentrer le mercure dans le réservoir ou de faire descendre l'index.

Les prises de température sont faites chaque jour à des heures déterminées, deux ou trois fois par jour. Malgré cela, il est clair que ces observations ne donnent qu'une idée imparfaite de la marche de la température dans une cuvée.

Si l'on veut avoir des indications exactes et complètes sur les variations de la température de la masse en fermentation, il est nécessaire d'avoir recours à la méthode graphique, c'est-à-dire à un instrument donnant automatiquement la température pendant toute la durée de la cuvaison.

Depuis 1893 nous utilisons les enregistreurs pour l'étude de température de fermentation en Algérie.

Un thermomètre enregistreur pour les cuvées se compose essentiellement d'un réservoir métallique en communication par un tube filiforme avec une boîte métallique. Le tout est complètement plein d'alcool.

Sous l'influence des changements de volume qu'éprouve l'alcool par suite des variations de température, la boîte qui est élastique se déforme dans un sens ou dans un autre, en entraînant une plume qui inscrit les mouvements de la boîte sur une feuille de papier. Mais comme la boîte elle-même joue le rôle de thermomètre et peut se dilater ou s'affaisser sous l'influence des seules variations de la température du cellier, il est nécessaire d'ajouter une deuxième boîte destinée à annuler les variations inhérentes avec la température extérieure.

Les variations sont amplifiées par un levier muni d'une plume qui les inscrit sur une feuille de papier se déplaçant par un mouvement d'horlogerie en fonction du temps.

Les dimensions du levier sont telles qu'une variation de température de 1 degré est représentée par un déplacement de la plume de 2 millimètres. Les feuilles sont graduées de 10 à 50 degrés et leur durée de déplacement est de 8 jours, ce qui est bien plus que suffisant pour suivre une fermentation. Une durée de une heure correspond à une longueur de $1^{mm},5$.

La feuille est enroulée sur un cylindre ou placée sur une plaque métallique.

Le réservoir thermométrique et le tube capillaire sont

protégés par un gros tube en cuivre percé de trous en face le réservoir. Quand l'appareil enregistreur est placé sur une console disposée à peu près à la moitié de la hauteur du fonddu foudre ou de la moitié de la hauteur de la paroi de la cuve, il suffit de lui donner 1 mètre de longueur; mais si l'appareil est disposé sur une planchette pour être placé sur l'ouverture supérieure, il faut lui donner une longueur en rapport avec la hauteur verticale du foudre ou de la cuve, avec une extrémité conique pour pénétrer dans le marc.

Quand on dispose le tube horizontalement, on est obligé de le maintenir à l'aide d'une traverse fixée par deux tasseaux à chacune de ses extrémités et de le recouvrir d'une planchette pour le protéger contre la chute de la vendange.

La disposition verticale, à la partie supérieure, est bien plus commode ; elle ne gêne pas le travail et elle permet d'introduire et de retirer l'instrument quand on veut.

La lecture de la courbe inscrite sur la feuille de papier permet de se rendre compte à chaque instant de la marche de la fermentation.

L'élévation de la température est peu sensible pendant la première journée, temps pendant lequel les cellules mères prolifèrent et donnent naissance aux cellules de la levure de vin.

La fermentation est faible et l'acide carbonique produit se dissout dans le liquide. C'est la période de multiplication de la levure.

L'élévation de la température est surtout rapide le second jour, si la fermentation marche bien ; la courbe est alors très relevée (fig. 27 à 30). C'est la fermentation tumultueuse.

Quand, au contraire, les conditions d'une bonne fermentation ne se trouvent pas réalisées, la courbe thermométrique s'allonge, s'éloigne moins de l'axe des temps (fig. 17). C'est l'indication que la fermentation

devient traînante et ne pourra s'achever que si on favorise artificiellement le développement de la levure.

Enfin, à partir du troisième jour, la courbe devient presque horizontale, la fermentation est beaucoup moins active. C'est la fermentation lente qui commence.

L'inclinaison de la courbe montre donc de suite si la fermentation marche bien ; elle permet en outre de contrôler le travail de la réfrigération, de voir si les ordres donnés ont bien été exécutés.

Avec un thermomètre enregistreur, on peut facilement surveiller les variations de température d'une cuvée et la maintenir dans des limites déterminées de température.

Ces instruments peuvent donc rendre de réels services dans la vinification, malheureusement leur prix est encore élevé.

DURÉE DE LA CUVAISON

La cuvaison comprend le temps pendant lequel le moût reste au contact du marc dans la cuve en fermentation.

On peut dire que la durée de la cuvaison ne peut pas être déterminée *a priori*, parce qu'elle doit nécessairement varier avec la nature du vin que l'on veut produire, avec la nature du cépage, avec l'année, avec le système de cuvage adopté, etc.

Le moment auquel il convient de procéder au décuvage est donc toujours un point délicat dans la vinification.

Deux sortes de phénomènes sont à considérer : la fermentation et la dissolution des éléments contenus dans les parties solides.

En ce qui concerne la fermentation, si on prend les richesses saccharines du moût à partir du moment de la mise en cuve jusqu'au décuvage, à des intervalles

pas trop éloignés, et qu'on dresse des ordonnées proportionnelles, on obtient une courbe inversement proportionnelle à la courbe de température.

Cette courbe qui indique la disparition du sucre et la formation de l'alcool, montre bien les trois phases que nous avons décrites en parlant de la température.

Chacune de ces phases a une durée plus ou moins longue suivant la composition des raisins, l'aération de la vendange et la température de la cuvée.

Si l'aération de la vendange a été suffisante, si les raisins n'étaient pas à une température trop élevée, si leur richesse en sucre est moyenne, la fermentation tumultueuse pourra transformer à peu près la totalité du sucre en alcool.

Il faut nous rappeler que l'élévation brusque de la température et l'accumulation rapide de l'alcool créent un milieu de plus en plus défavorable à la levure et tendent à ralentir de plus en plus la fermentation.

Il faut donc faire intervenir la réfrigération pour maintenir l'activité de la fermentation jusqu'à la disparition complète du sucre. En principe, le moût doit être soutiré quand il est transformé en vin, c'est-à-dire quand il reste moins de 2 grammes de sucre par litre, mais si, pour une cause quelconque, la fermentation s'arrête avant d'être terminée, il faut quand même décuver.

La diminution de densité, qu'on apprécie avec le mustimètre, permet de constater l'arrêt de la fermentation. Quand l'instrument marque zéro, le sucre est complètement transformé.

Dans certains cas, il vaut mieux avoir recours au dosage du sucre par la liqueur de Fehling. On se sert pour cela d'une liqueur dont 5 centimètres cubes correspondent exactement à 20 milligrammes de glucose. Toutes les fois que 5 centimètres cubes de cette liqueur sont incomplètement décolorés par 10 centimètres cubes de vin, il reste moins de 2 grammes de sucre par litre, et la fermentation est terminée.

Donc, toutes les fois que les conditions de la fermentation sont convenables, elle part vivement et se termine dans deux ou trois jours au plus.

Si les prescriptions que nous avons indiquées n'ont pas été prises, la fermentation devient d'une extrême lenteur et il faut décuver dès qu'elle s'arrête tout à fait, si on n'a pas pu la ranimer par le refroidissement.

En ce qui concerne la dissolution des éléments contenus dans le marc, nous avons plusieurs moyens d'en augmenter la quantité: employer le système du tout à la cuve, l'immersion du marc, son lavage plus ou moins répété si le chapeau est flottant et enfin un cuvage prolongé.

Pendant le cuvage, en même temps que la fermentation, s'effectue une macération qui favorise la dissolution des principes contenus dans les parties solides, mais il se produit aussi, à travers les parois des cellules non déchirées une véritable diffusion entre leur contenu et le milieu qui les baigne, c'est-à-dire le vin partiellement fait. Si le cuvage est assez prolongé l'équilibre est atteint, tandis qu'au contraire, si le cuvage est trop court on a côte à côte deux liquides un peu différents.

Si l'on veut éviter une macération prolongée et décuver dès que la fermentation est terminée, la perfection du foulage est une pratique absolument indispensable.

Quand la fermentation a lieu à une température relativement basse, c'est-à-dire aux environs de 30 degrés, on peut, sans inconvénients, prolonger de quelques jours la durée de la cuvaison.

Dans ce cas, on obtient généralement un vin plus riche en extrait sec, plus corsé et plus coloré.

Mais ces avantages sont obtenus aux dépens de la finesse et de la fraîcheur.

On voit que s'il y a de bonnes raisons pour faire cuver longtemps, jusqu'à 8 jours, à basse température, il y en a encore de meilleures pour le cuvage court. Du reste, avec une cuvaison de courte durée, en employant

l'immersion du chapeau ou l'arrosage du marc, on peut réaliser en grande partie les avantages d'une cuvaison prolongée, tout en évitant ses inconvénients.

D'ailleurs, les vins très étoffés perdent rapidement une partie des matières extractives qu'ils tiennent en dissolution et changent de caractère en se dépouillant.

Ainsi, en ce qui concerne la coloration, si on peut l'augmenter, il y a une limite au delà de laquelle le mélange manque de stabilité.

Au bout de quelque temps, et dans des conditions qui varient avec les vins, la couleur se précipite et le vin ne conserve plus qu'une quantité déterminée de matières colorantes, proportionnelle à sa capacité dissolvante.

En janvier 1893, nous avons coloré des vins blancs avec une dissolution concentrée de matière colorante (teinture) obtenue par l'épuisement du marc fermenté après sa sortie du pressoir de M. Debonno.

Un dixième en volume de cette teinture suffisait pour donner au vin blanc la même coloration qu'au vin rouge destiné à servir de témoin.

Les échantillons placés dans des bouteilles bien bouchées ont été conservés pendant plus de deux ans dans une pièce du laboratoire.

Examinés au mois d'avril 1895, tous les vins blancs colorés ont été trouvés excellents, seul le vin rouge était un peu piqué. Le ton et l'intensité de la coloration appréciés au vino-colorimètre Salleron donnèrent les résultats suivants :

NATURE DES ÉCHANTILLONS	JANVIER 1893	AVRIL 1895
Vin rouge naturel.	R. 247	Teinte pelure d'oignon descendant plus bas que le 3e rouge.
9/10 vin blanc + 1/10 teinture. .	2e V. R. 256	3e R. 410
6/7 — + 1/7 — . .	1er V. R. 186	»
5/6 — + 1 6 — . .	1er V. R 164	3e R. 290
4/5 — + 1/5 — . .	1er V. R. 130	»
3/4 — + 1/4 — . .	1er V. R. 100	3e R. 230
Teinture.	1er V. R. 25	3e R. 50

On voit que la nature et l'intensité de la coloration de ces différents vins se sont considérablement modifiées. L'intensité dela coloration a d'autant plus diminué que le vin était plus chargé en couleur.

Une partie des matières colorantes s'est oxydée, est devenue insoluble dans le vin et est tombée dans les lies. La couleur jaune, d'abord masquée par la couleur rouge, tend à devenir prédominante, par suite de la disparition partielle de celle-ci.

Le ton violacé du vin passe d'abord au rouge, puis au 3e rouge de la gamme des couleurs de Chevreul, pour descendre de plus en plus vers cette teinte pelure d'oignon qui caractérise les vins vieux.

De son côté, le commerce recherche avant tout des vins bien faits, solides et à titre alcoolique élevé.

Quoi qu'il en soit, il y a une tendance marquée, en Algérie, à réduire la durée de la cuvaison au temps nécessaire pour permettre à la fermentation de s'accomplir, c'est-à-dire à deux ou trois jours, suivant la richesse en sucre des raisins mis en œuvre.

Certaines circonstances cependant peuvent obliger le viticulteur à prolonger la durée du cuvage. En Algérie, dans certaines régions, les vents chauds peuvent flétrir et dessécher partiellement les grains de raisin. Les grains flétris passent au fouloir sans être atteints et ce n'est que par diffusion, pendant la fermentation qu'ils se vident peu à peu de leur matière sucrée. Il peut même arriver, et j'ai pu personnellement en faire l'observation, que dans certains cas, heureusement assez rares, la proportion de grains flétris était telle qu'on pouvait constater pendant la fermentation, une augmentation simultanée du titre alcoolique et de la richesse saccharine. Ce fait qui semble paradoxal se produit toutes les fois que les raisins sont soumis à l'influence d'un siroco prolongé.

DÉCUVAGE

Cette opération qui consiste à séparer le vin du marc se fait très simplement en mettant en communication le foudre ou l'amphore à décuver avec le récipient à remplir. Lorsque l'égalité de niveau est établie, on laisse couler le reste du vin dans un baquet par un tuyau plongeant et on le remonte avec une pompe.

Je n'ai pas besoin d'ajouter que le foudre ou l'amphore dans lequel on reçoit le vin doit être parfaitement propre et lavé à grande eau. Il ne faut pas les soufrer afin de ne pas arrêter la fermentation lente qui se continue après le décuvage et fait disparaître les dernières traces de sucre.

Le vin que l'on obtient ainsi au décuvage par simple égouttage s'appelle *vin de goutte* et celui qui reste dans le marc porte le nom de *vin de presse*. Nous avons déjà vu que ces vins n'ont pas la même composition ; elle est d'autant plus différente que le cuvage est plus court.

Ces deux sortes de vins doivent toujours être mélangés parce qu'ils se complètent très heureusement, au point de vue de leur composition.

D'une manière générale, il faut s'arranger de façon à remplir complètement le récipient dans lequel on a décuvé. On y arrive facilement avec des récipients de différentes dimensions.

Le vin qui vient d'être décuvé doit rester en place le temps nécessaire pour se clarifier et devenir limpide. Si la vinification a été bien conduite, le vin peut être soutiré au bout de 8 à 15 jours.

Les vins bien faits se dépouillent rapidement et on n'a pas besoin de recourir au filtrage pour les rendre limpides.

Le vin étant retiré de la cuve à fermentation, on enlève le marc pour en extraire la quantité importante

de vin qu'il renferme encore. Cette extraction peut se faire de deux manières :

1° Par pressurage au moyen d'instruments appelés pressoirs ;

2° Par déplacement au moyen d'un liquide de densité différente.

Lorsque les marcs ont été plus ou moins épuisés du vin qu'ils contenaient, ils peuvent être encore utilisés comme nous le verrons plus loin en parlant des sous-produits.

CHAPITRE IX

Pressoirs.

Les types de pressoirs sont très nombreux. Ils se divisent en pressoirs ordinaires ou *discontinus* et en pressoirs *continus,* suivant que leur alimentation est intermittente ou continue.

Les pressoirs ordinaires se composent essentiellement de trois parties : 1° d'une plate-forme ou *maie* destinée à recevoir le marc; 2° d'une *vis* verticale traversant le centre de la maie; 3° d'un *plateau-écrou* qui se meut le long de la vis.

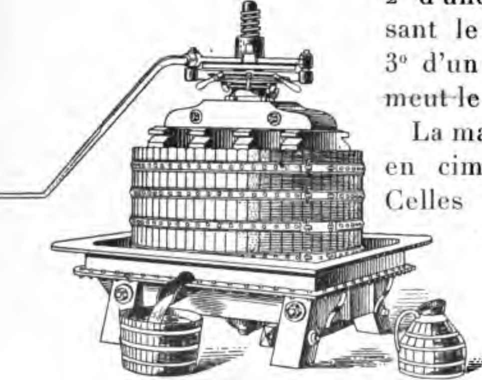


Fig. 40. — Pressoir Marmonier.

La maie est en bois, en fer, en ciment ou en granite. Celles en bois demandent des soins d'entretien pour conserver l'étanchéité; celles en fer doivent être garnies d'un enduit protecteur pour éviter l'attaque du métal. Les maies en ciment ou en pierres de taille (granite) bien établies sur une maçonnerie de béton ont une très longue durée.

Le marc à presser est disposé en meule sur la maie. Si le pressoir n'est pas muni d'une *cage* ou claire-voie destinée à retenir le marc latéralement, la meule doit être soigneusement établie en tassant les côtés pour éviter que, sous l'influence de la pression, elle se désagrège. Quand la meule est grosse, il est utile de disposer çà et là, par couches successives, des poignées de paille, allant du centre à la circonférence. Ces brins de paille donnent plus de cohésion à la masse et servent de drains pour l'assèchement du marc.

Quand la meule est terminée, on la recouvre de sa *charge* c'est-à-dire d'un certain nombre de pièces de bois, madriers, moutons, poutres destinées à transmettre au marc, en la répartissant sur toute sa surface, la pression obtenue par le serrage de l'écrou.

La charge en bois est élastique et, lorsqu'on abandonne l'appareil à lui-même, la pression se continue pendant un certain temps, restituée par l'élasticité des fibres du bois qui tendent à reprendre leur position primitive quand la déformation n'a pas été poussée trop loin.

Les pressoirs à charge en fer doivent porter des ressorts placés entre le plateau-écrou et la charge destinés à accumuler la pression. Ces ressorts dont la puissance peut être considérable (20,000 kilogrammes pour une course de 15 centimètres), s'affaissent dès que la résistance opposée par le marc est supérieure à celle qu'ils peuvent soutenir; puis quand on cesse d'actionner le levier de serrage, le marc continue à descendre au fur et à mesure que le liquide s'écoule, la résistance du marc diminue et les ressorts lui cèdent peu à peu la pression qu'ils avaient emmagasinée.

Quand les ressorts ont repris leur hauteur primitive on recommence à serrer.

Le serrage s'obtient à l'aide d'un levier simple ou mieux avec un levier agissant alternativement dans un sens et dans l'autre, mais actionnant toujours le plateau-

écrou dans le même sens, grâce à des clavettes disposées pour renverser le mouvement et transformer le mouvement circulaire alternatif en circulaire continu.

Si nous appelons n le nombre de trous sur la circonférence du plateau-écrou, il faudra donner $2n$ coups au levier de manœuvre pour faire exécuter un tour au plateau (chaque course, dans un sens ou dans l'autre, faisant tourner le plateau-écrou d'une quantité égale à la moitié de l'intervalle de deux clavettes).

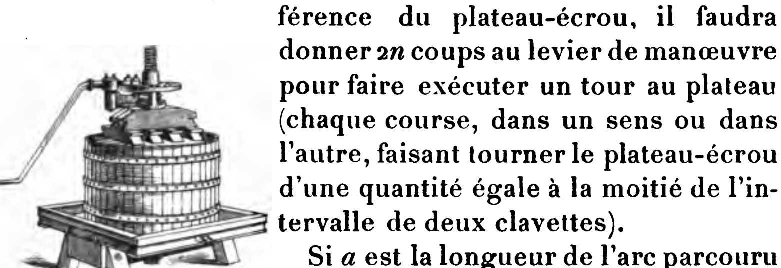


Fig. 41. — Pressoir Mabille.

Si a est la longueur de l'arc parcouru par la partie du levier qui sert de poignée à l'ouvrier; si F est l'effort (normal au levier) que l'ouvrier applique à la machine, en moyenne 45 kilogrammes, le travail moteur, pour un tour de plateau-écrou, en faisant abstraction des résistances passives, a pour expression

$$Fa2n$$

Après un tour de plateau, l'écrou est descendu parallèlement à l'axe de la vis d'une quantité h égale à son pas en effectuant une pression théorique P sur la charge. Le travail de l'écrou pendant cette période est donc Ph.

En négligeant les résistances passives, c'est-à-dire en supposant que le rendement mécanique du mécanisme soit égal à l'unité, on peut égaler les deux expressions du travail moteur et du travail résistant et poser

$$Fa2n = Ph$$

d'où on tire $$P = \frac{Fa2n}{h}$$

En réalité, la pression P transmise à la charge n'est qu'une petite fraction de la pression théorique, à cause des résistances, et le rendement mécanique, c'est-à-dire

le rapport du travail utile au travail moteur est d'autant plus faible que la pression est plus élevée.

Le rendement en jus est fonction du temps en même temps que de la pression, c'est pourquoi tous les pressoirs peuvent assécher le marc à peu près au même degré, en faisant durer la pression plus ou moins longtemps. Au début, il faut exercer une faible pression et l'augmenter peu à peu (1).

On arrive plus facilement à assécher le marc en le soumettant pendant longtemps à une pression modérée qu'en le soumettant à une pression énergique pendant un temps très court.

Il faut le temps matériel au liquide pour vaincre les résistances qui s'opposent à son écoulement à travers les interstices du marc.

Quand le jus ne coule plus, on desserre et on coupe une tranche de marc sur tout le pourtour, d'une épaisseur variable avec les dimensions de la meule. Le marc ainsi enlevé est rejeté sur le gâteau restant et on recommence le serrage.

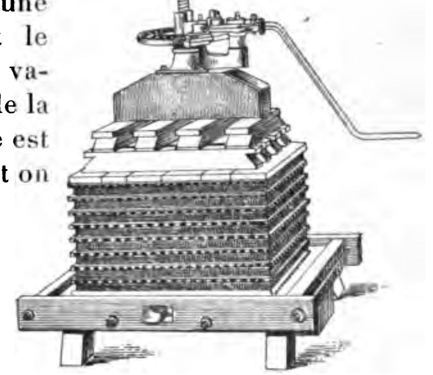


Fig. 42. — Pressoir Simon.

On retaille ainsi deux ou trois fois la meule, suivant son importance, avant de la sortir du pressoir.

Pour faciliter la sortie du jus et le clarifier, M. Simon élève une motte formée d'une série de gâteaux enfermés dans une toile et séparés par des claies de drainage (fig. 42). C'est une sorte de filtre-presse

(1) Le rendement croît avec la pression jusqu'à une certaine limite au delà de laquelle l'augmentation de rendement est insignifiante. En pratique, il n'y a pas intérêt à dépasser une pression effective de 5 à 600 kilogr. par décimètre carré de marc.

analogue à ceux employés dans d'autres industries.

Il est cependant bon de rappeler que l'emploie des claies pour faciliter l'écoulement du vin, mieux répartir la pression dans toute la masse et par suite empêcher son éboulement, n'est pas nouveau et est pratiqué depuis longtemps par les vignerons intelligents. On diminue ainsi les résistances inutiles provenant de la sinuosité et des variations de diamètres des canaux, des chapelets capillaires formés par les bulles d'air dans les interstices; on diminue enfin la longueur du chemin à parcourir par les molécules liquides.

On trouve aussi, en Algérie, quelques pressoirs spéciaux, parmi lesquels il convient de citer les pressoirs hydrauliques et les pressoirs à colonnes.

Dans les premiers (pressoir Cassan), la pression est d'abord obtenue avec un levier ordinaire agissant sur l'écrou, puis on termine la pression au moyen d'une presse hydraulique fixée sur le plateau. Le liquide employé est la glycérine.

On peut ainsi obtenir une pression lente, progressive et très énergique.

Dans les presses à colonnes (pressoir Coq), la maie et la claie sont mobiles et montées sur roues. Pendant qu'une motte est soumise à la pression, les ouvriers en préparent une autre destinée à prendre la place de la première dès que la pressée est finie. Quand ces appareils fonctionnent à la vapeur, ils sont munis d'un dispositif permettant le débrayage automatique de la poulie motrice dès que la pression atteint un certain chiffre par centimètre carré.

On obtient ainsi une sorte de pressurage continu.

Les pressoirs que nous venons de passer en revue donnent des résultats qui ne sont pas tout à fait satisfaisants, puisque le marc, tel qu'il sort de l'appareil contient encore environ 50 pour 100 de liquide.

Pressoirs continus. — Les pressoirs continus ont été surtout construits dans le but de travailler la vendange

fraîche, mais ils sont également employés pour assécher la vendange fermentée, c'est-à-dire le marc.

C'est surtout pour la vinification en blanc des raisins rouges qu'on a cherché à utiliser ces instruments pour réduire autant que possible la durée du contact des parties solides avec le moût et empêcher la coloration de ce dernier.

Mais, chose bizarre, la rapidité du traitement des raisins n'a pas donné le résultat cherché, et le moût obtenu avec les pressoirs continus est tout aussi coloré que celui préparé avec les pressoirs ordinaires.

La plupart des pressoirs continus se composent essentiellement d'un ou plusieurs jeux de cylindres faisant fonction de fouloir ou de compresseur suivant qu'ils travaillent des raisins ou du marc.

En sortant des cylindres, les parties solides sont entraînées par une vis d'Archimède qui les accumule dans un conduit d'une section de plus en plus faible, une canne sert à empêcher le marc engagé dans le pas de vis de prendre par adhérence son mouvement de rotation. Quand les conduits sont formés par des tubes coniques dont on peut faire varier la conicité par le déplacement des colliers qui entourent les lames d'acier, on peut faire varier l'ouverture de sortie, de manière que la pression nécessaire pour chasser le bouchon de marc qui se présente, soit assez énergique pour l'assécher.

Quand la chambre de compression est cylindrique ou rectangulaire et la grandeur de l'orifice de sortie invariable, on le ferme par un cylindre ou une porte pouvant se soulever sous la poussée du marc, en lui opposant une résistance qu'on peut faire varier à volonté par un ressort ou en chargeant plus ou moins de poids additionnels les leviers qui tendent à s'opposer à l'ouverture du conduit.

Le liquide s'écoule au travers des ouvertures ménagées dans le canal de compression. Dans certaines

machines, le fouloir peut s'enlever quand on travaille des marcs cuvés.

Il ne faut pas oublier que l'extraction du moût de la vendange fraîche est plus difficile que l'extraction du vin du marc fermenté. Dans le premier cas on a affaire à un liquide sucré, plus ou moins visqueux qui adhère fortement aux parties solides. D'un autre côté, les grains où les parties de grains qui n'ont pas été déchirés par le fouloir sont résistantes et les cellules qui les composent laissent difficilement sortir le jus qu'elles contiennent.

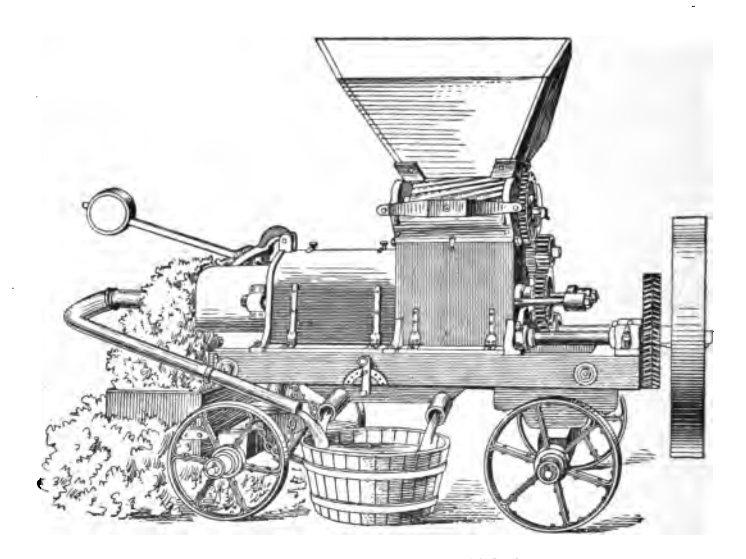


Fig. 43. — Pressoir continu Mabille.

Les pressoirs continus, sous ce rapport, ont l'avantage d'un fonctionnement plus parfait. Pendant son trajet dans le canal de compression, la vendange frotte énergiquement contre les parois et subit une désorganisation qui complète celle commencée par les cylindres. Malheureusement elle peut aussi atteindre les rafles et les pépins, ce qui est toujours un inconvénient sérieux.

Il arrive même que la matière colorante qui se trouve comme nous savons dans les cellules de la pellicule, passe dans le moût par suite de l'ouverture de ces cellules. Or, les particules ténues de la matière colorante restent en suspension dans le moût et le colorent aussitôt que les conditions favorables à sa dissolution sont réalisées, c'est-à-dire dès que le liquide est alcoolique (1), et le résultat attendu n'est pas obtenu.



Fig. 44. — Pressoir continu Roy.

D'un autre côté, si le rendement en jus est plus élevé, le moût obtenu est plus bourbeux par suite de la désorganisation plus complète de la vendange. Si on prend soin de déterminer la quantité des matières en suspension dans le moût obtenu avec les pressoirs continus et si on en soustrait le volume du volume total, on obtient le rendement vrai qui est voisin de celui des pressoirs ordinaires.



Fig. 45. — Pressoir continu Satre.

Un grand nombre de pressoirs continus ont été inventés ces dernières années. Le premier en date est celui de M. Debonno, viticulteur distingué à Boufarik.

Dans le pressoir Satre à vis Compound, la canne est

(1) Nous avons vu que cette condition n'était pas nécessaire, la matière colorante étant soluble dans le jus.

remplacée par un contre-expulseur de même pas que l'expulseur et tournant en sens inverse mais avec une vitesse différente. Ces deux expulseurs poussent le marc à travers la chambre de compression en s'opposant à son mouvement de rotation.

Un autre viticulteur algérien, M. Péchot, a fait construire, l'année dernière, un pressoir continu qui opère le pressurage sans broyer ni écraser les raisins qui sortent du fouloir.

Fig. 46. — Coupe longitudinale du pressoir continu Satre.

Les palettes mobiles (P) ont un mouvement automatique de sortie et de rentrée du tambour T, dont l'axe est en B, commandé par un excentrique, de manière que leur extrémité libre suive à peu près exactement la paroi intérieure de l'auget A.

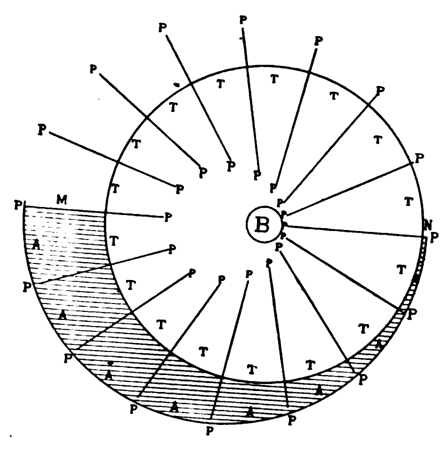


Fig. 47. — **Pressoir Péchot.**

La compression peut varier suivant les besoins ; l'excentricité du tambour par rapport à l'auget pouvant être modifiée très facilement.

Le raisin préalablement écrasé par un fouloir ordinaire entre dans l'appareil en *n* pour en sortir en N.

Les palettes P l'entraînent dans le couloir *n* LN dont l'épaisseur diminue

progressivement, ce qui amène la compression; celle-ci est réglée automatiquement par des ressorts.

Le jus s'échappe par des trous tronconiques percés sur toute la surface de l'auget A.

Pour les marcs décuvés, on ajoute un organe spécial qui permet de décupler la puissance de l'appareil en opérant une sorte de laminage sur le marc.

En résumé, les pressoirs continus permettent de réduire la main-d'œuvre, de diminuer le temps de la pressée et d'obtenir une séparation aussi complète que possible du moût et des parties solides, tout en étant moins encombrants que les pressoirs ordinaires. Le rendement en jus plus ou moins boueux s'élève à 80 et 83 pour 100.

ÉPUISEMENT DES MARCS FERMENTÉS PAR DÉPLACEMENT.

Ainsi que nous l'avons vu, les pressoirs ne permettent pas l'extraction complète du vin dont le marc est imprégné.

Le marc pressé renferme encore environ 50 pour 100 de son poids de vin. Si on admet qu'à la production d'un hectolitre de vin correspond 20 kilogrammes de marc, c'est 10 litres de vin qui restent dans le marc, soit 100 hectolitres pour une production de 1,000 hectolitres.

C'est un déchet important qu'on retrouve sous forme de piquette par le lavage méthodique des marcs, comme nous le verrons plus loin, ou qu'on récupère sous forme d'eau-de-vie par la distillation des marcs.

Mais ces produits n'ont pas la valeur du vin auquel ils correspondent.

La recherche d'une méthode plus parfaite pour l'épuisement des marcs fermentés s'imposait donc. Pour cela, on s'est inspiré de ce qui se fait dans d'autres industries et on a perfectionné le procédé de

fabrication des piquettes en vue du but à atteindre qui est un peu différent.

Si, dans un vase contenant de l'eau surmontée d'un flotteur en liège, on verse du vin lentement de manière à ne pas occasionner de mélange, on observe pendant un certain temps une ligne de séparation très nette, grâce à la différence de densité des deux liquides, et on peut, en faisant arriver un courant d'eau par le fond, faire remonter le vin au niveau de l'orifice supérieur du vase et le recueillir presque intégralement sans mélange.

Nous disons à peu près, parce que l'adhérence du vin aux parois du vase l'empêche d'être complètement chassé. D'un autre côté, si on laisse les choses en état, le mélange des deux liquides s'opère peu à peu par pénétration réciproque, jusqu'à ce que l'équilibre soit obtenu, c'est-à-dire le mélange homogène.

La vitesse de déplacement du vin doit donc être assez grande pour éviter le mélange par les deux surfaces en contact, mais elle ne doit pas l'être trop pour donner le temps au piston liquide de vaincre l'adhérence du vin aux parois du vase. Comme l'indique M. Sémichon, il faut se tenir dans un juste milieu.

Si on remplace le vin par du marc égoutté, le même phénomène se reproduit, mais d'une manière beaucoup moins nette à cause des innombrables interstices qui multiplient les surfaces de contact et augmentent l'adhérence du vin à déplacer.

Mais on conçoit qu'en multipliant les vases, on puisse arriver au résultat cherché, comme nous allons le voir plus loin.

Mais si on se bornait à déplacer le vin qui mouille les parties solides, le résultat serait incomplet et le rendement analogue à celui obtenu avec les pressoirs.

Il faut donc aussi recueillir le liquide contenu à l'intérieur des cellules restées intactes et qui, comme nous

l'avons déjà dit, est plus ou moins semblable au vin extérieur.

Pour cela, nous sommes obligés de recourir à un phénomène nouveau, la diffusion ou la dialyse à travers les membranes cellulaires.

Avec une membrane donnée, la vitesse de diffusion est proportionnelle à la différence de richesse des deux liquides pour l'élément à diffuser. Dans notre cas, cet élément est l'alcool.

Or, dans le traitement des marcs, la différence des titres alcooliques de part et d'autre des parois cellulaires est nulle au début et toujours faible dans le courant de l'opération.

En pratique, le phénomène de diffusion est lent à se produire avec les marcs fermentés et oblige encore à augmenter le nombre des vases.

Il est clair que plus le foulage a été parfait et plus la quantité de liquide à diffuser sera faible et que par conséquent plus l'épuisement du marc sera facile.

La perfection du foulage est un facteur prépondérant aussi bien pour ce mode de traitement que pour le pressurage.

Ceci exposé, considérons une série de cuves, 8 par exemple, possédant en haut et en bas deux claies mobiles pour emprisonner le marc et deux orifices, pour la sortie et l'entrée des liquides (fig. 48).

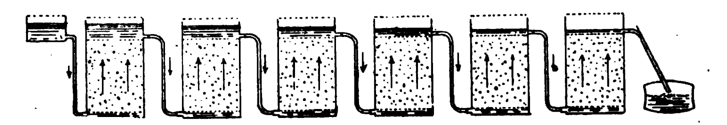


Fig. 48. — Figure théorique représentant une batterie de déplacement pour extraire le vin.

Or faisant arriver par le bas de la cuve n° 1 un courant d'eau assez lent, on déplacera le vin retenu dans le marc; ce vin viendra au-dessus de la claie supérieure

et sortira par l'ouverture S. Mais, pour les raisons que nous venons d'ndiquer, le liquide ainsi recueilli n'est pas du vin pur, mais bien un mélange d'eau et de vin.

Au lieu de recueillir le liquide, si on le fait arriver par un tuyau au bas de la cuve n° 2, puis au bas de la cuve n° 3, etc., on diminue de plus en plus la zone de mélange et, finalement, on peut recueillir, à la sortie de la cuve n° 8, une quantité de vin pur égale à celle contenue dans la cuve n° 1.

Pendant ce temps, la cuve n° 1 qui a été traversée par un volume d'eau égale à 8 fois le volume du vin recueilli, a été complètement épuisée du vin qu'elle contenait, par déplacement et par diffusion.

La cuve n° 1 est alors vidée de son marc épuisé et la cuve n° 2 qui devient cuve de tête reçoit directement le courant d'eau.

Pendant cette opération, une cuve n° 9 a été chargée de marc frais et est prête à recevoir le vin qui sort de la cuve n° 8.

Avec une batterie de 9 cuves, la manœuvre peut ainsi se continuer sans interruption, chaque cuve devenant à tour de rôle cuve de tête et cuve de queue.

M. Sémichon qui a soigneusement étudié cette méthode conseille d'employer des cuves à section ronde ou carrée dont la hauteur entre claies soit voisine du diamètre, afin d'éviter d'avoir dans la même cuve des liquides de richesse très différente qui tendraient à se mélanger. Leur capacité est en relation avec la quantité de marc à traiter par jour. Elles doivent être fermées avec un couvercle mobile et présenter une certaine surélévation au-dessus des orifices supérieurs de sortie. Cette surélévation correspond à la charge de liquide capable de vaincre la résistance à la circulation qui se manifeste dans le marc.

Il faut éparpiller le marc dans les cuves sans le tasser afin de ne pas augmenter cette résistance au frottement.

La vitesse de déplacement doit être faible et ne pas dépasser 40 à 50 centimètres à l'heure. Si l'on veut augmenter la vitesse d'ascension et obtenir un débit plus élevé, on est obligé d'augmenter le nombre des cuves composant la batterie, pour permettre aux phénomènes de déplacement et de diffusion de se produire (1).

---

(1) On réalise très économiquement une batterie de déplacement en employant des *transports* de 500 à 600 litres. Ces futailles défoncées sont munies à la partie inférieure d'une claie formant double-fond et, à la partie supérieure, percées de deux trous pour laisser passer les tubes d'amener et de sortie. Le fond enlevé sert de couvercle. Le débit de l'eau doit être constant et se règle par tâtonnements.

Actuellement, le système qui paraît le plus rationnel est d'associer la pression et la diffusion.

CHAPITRE X

Vinification en blanc.

La vinification en blanc se distingue de la vinification en rouge en ce que la fermentation se fait en dehors du contact du marc.

Il y a deux sortes de vinification en blanc : la vinification des raisins blancs qui donne les *vins blancs* proprement dits et la vinification en blanc des raisins rouges qui produit les vins faits en blanc.

Les manipulations qu'il faut faire subir à la vendange sont ici beaucoup plus simples que dans la vinification en rouge.

Quand les raisins ont été passés au fouloir, disposé lui-même sur une maie, on les laisse égoutter et on porte ensuite sur le pressoir. On mélange le jus de goutte et le jus de presse et on abandonne le liquide à la fermentation.

Il convient cependant d'insister sur certains points qui ont une importance au point de vue de la qualité du produit qui sera obtenu.

Tout d'abord, il importe de faire les diverses opérations assez rapidement afin d'éviter l'action prolongée de l'air qui colore le jus. Si le jus est faiblement coloré, la levure peut, comme nous l'avons déjà dit, reprendre l'oxygène combiné aux matières colorées et le décolorer, mais si l'action a été trop prolongée, le moût

conserve une teinte jaune (œil de perdrix) plus ou moins prononcée qui déprécie la valeur du vin.

Les pressoirs continus qui permettent d'effectuer le foulage, l'égouttage et le pressurage non plus isolément, mais rapidement dans le même instrument, présentent à ce point de vue un certain avantage.

Le mélange du jus de goutte et du jus de presse est nécessaire pour deux raisons : la première c'est que le jus de goutte ne renferme pas ou ne renferme que des traces de tanin, tandis que le jus de presse, surtout celui obtenu avec les pressoirs ordinaires, en renferme une quantité notable.

Or, nous savons que le tanin est un élément antiseptique qui protège les vins contre les altérations auxquelles ils sont toujours plus ou moins exposés. Dans ces conditions, les jus réunis contiennent une quantité de tanin appréciable qui est toujours utile.

La seconde c'est que le jus de presse souvent plus ou moins teinté se décolore quand il fermente mélangé avec le jus de goutte, ce qui n'arrive pas si on le fait fermenter seul.

C'est une erreur de croire que la fermentation du moût privé de ses parties solides est beaucoup plus lente. Si elle est beaucoup plus lente, c'est que les viticulteurs ont l'habitude de soufrer les tonneaux dans lesquels ils introduisent le moût à fermenter, dans le but d'empêcher sa coloration. Mais si on abandonne le moût à lui-même dans un tonneau non soufré, la fermentation est presque aussi rapide que dans la vinification en rouge.

Cette action retardatrice de l'acide sulfureux a suggéré à certains viticulteurs des pays chauds l'idée de l'employer à prolonger la durée de la fermentation, de manière à éviter une trop grande élévation de température et par suite l'obligation du refroidissement.

Nous avons vu, en effet, que l'élévation de la température d'une cuvée est fonction de la quantité de sucre

transformé en l'unité de temps. Il s'agit ici non plus de diminuer la quantité de sucre, mais d'agir sur le second facteur en augmentant la durée de la fermentation.

Soufrage du moût. — Quand nous étudierons la fabrication des vins de liqueur, nous nous occuperons du *mutage* et de l'action de l'acide sulfureux.

Pour le moment, il nous suffit de savoir quelles sont les doses d'acide sulfureux qui sont nécessaires pour retarder la fermentation d'un temps déterminé.

Les divers expérimentateurs qui ont étudié cette question sont d'accord pour donner les chiffres suivants :

1 gramme d'acide sulfureux par hectolitre de moût ne retarde pas sensiblement la fermentation ;

3 grammes retardent pendant 10 à 12 heures le départ de la fermentation ;

5 grammes la retardent pendant 18 à 24 heures ;

7^{gr},5 assurent un repos de deux jours et demi.

Avec 10 grammes d'acide sulfureux la fermentation ne part qu'au bout de 5 à 6 jours.

On peut donc arriver à retarder comme l'on veut le départ de la fermentation, mais dans l'espèce, il n'y a pas lieu de la retarder au delà de 24 heures et par conséquent de dépasser la dose de 5 grammes par hectolitre.

L'acide sulfureux s'obtient par la combustion du soufre.

Tous les composés du soufre (sulfites et bisulfites alcalins et alcalino-terreux) pouvant donner lieu à un dégagement d'acide sulfureux au contact des acides du moût sont moins bons.

La difficulté de l'emploi de l'acide sulfureux provenant de la combustion du soufre consiste dans la réalisation des moyens pratiques pour doser rigoureusement la quantité absorbée par le moût (1).

---

(1) Quelques essais ont été faits pour remplacer le gaz sulfureux par l'acide liquéfié.

On peut obtenir le résultat cherché de deux manières :

1° En faisant brûler un poids connu de soufre dans le récipient qui doit contenir le moût et en s'arrangeant de manière que l'acide sulfureux produit soit intégralement absorbé ;

2° En faisant brûler un poids déterminé de soufre dans une capacité fermée et en envoyant dans le moût, à l'aide d'une pompe, tous les gaz de la combustion.

On sait que le soufre en brûlant donne le double de son poids de gaz sulfureux, il suffit donc, si l'on veut par exemple charger le moût d'un foudre de 100 hectolitres, de 5 grammes par hectolitre, de brûler 250 grammes de soufre.

Le volume gazeux ne varie pas par suite de la combinaison du soufre avec l'oxygène de l'air, mais bien par suite de la chaleur développée pendant la combustion. Les gaz qui remplissent le tonneau ou le foudre se dilatent, augmentent de volume et pour éviter les pertes d'acide sulfureux on est obligé de fermer hermétiquement l'ouverture.

Quelle que soit la quantité de soufre à brûler dans un tonneau, dans un foudre ou dans une amphore, voici la manière qu'on peut employer : Dans une marmite en fer émaillée de capacité en rapport avec les dimensions du récipient à soufrer, on introduit la quantité de soufre voulue et on la suspend par un crochet à la partie supérieure du foudre, en ayant soin d'allumer le soufre au moment où on descend la marmite.

Immédiatement après on place la porte supérieure qui avait été enlevée et on attend que la combustion soit finie.

Quand les gaz se sont refroidis et que la pression est sensiblement la même à l'intérieur et à l'extérieur du récipient, on retire la porte, on enlève la marmite et on replace la porte.

Si ces diverses opérations sont vivement faites, la perte de gaz sulfureux est négligeable.

Il s'agit maintenant de faire absorber par le moût qu'on va introduire dans le récipient, la totalité du gaz sulfureux qu'il renferme et d'empêcher que l'air qui sort pendant le remplissage en entraîne avec lui une quantité notable.

On y arrive très simplement de la manière suivante : C'est un entonnoir portant deux tubes concentriques servant l'un à l'entrée du moût, l'autre à la sortie des gaz (fig. 49).

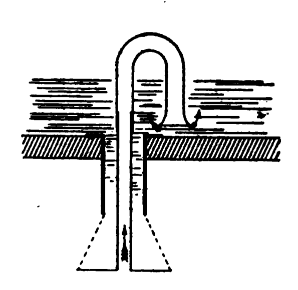


Fig. 49. — Entonnoir avec brise-jet pour le soufrage du moût.

La douille de l'entonnoir s'introduit dans l'ouverture (le trou de la bonde) de la porte où elle forme fermeture hermétique à l'aide d'une bague de caoutchouc. Cette douille porte un brise-jet destiné à produire une sorte de nappe circulaire et à augmenter beaucoup la surface l'absorption du gaz sulfureux.

Quant aux gaz chassés du foudre, ils sortent par le tube intérieur où ils viennent barboter dans le moût que renferme l'entonnoir à l'aide d'un tube recourbé portant à l'une de ses extrémités une sorte de pomme d'arrosoir et de l'autre s'emboîtant sur le tube intérieur.

Il ne reste plus qu'à envoyer à la pompe, ou de toute autre manière, le moût dans l'entonnoir qui s'écoule dans le foudre par l'espace annulaire.

La différence de niveau dans l'entonnoir et dans le tube recourbé établit dans le récipient une augmentation de pression favorable à la dissolution de l'acide sulfureux.

Et en fait on ne perçoit pas l'odeur de ce gaz autour de l'entonnoir.

Quant au système consistant à brûler le soufre en dehors du foudre ou de l'amphore à soufrer, il est, à mon avis, également bon.

Deux cas peuvent se présenter : 1° on brûle le soufre

dans un espace fermé, dans un tonneau, dans un transport, par exemple ; après la combustion, on fixe le tuyau d'aspiration d'une pompe à la bonde du transport et le tuyau de refoulement au clapet d'un foudre partiellement rempli de moût et on refoule le gaz sulfureux qui se dissout dans le moût pendant la traversée.

On peut encore envoyer l'acide sulfureux par un tuyau descendant portant une pomme d'arrosoir pour diviser les gaz.

Lorsque le transport qui contenait le gaz sulfureux est vide, on laisse rentrer de l'air pour le remplir à nouveau et on le vide une deuxième fois. Cette seconde opération assure le balayage du tonneau et l'entraînement complet de l'acide sulfureux.

L'application de ce système nécessite un tonneau de capacité telle qu'il puisse brûler la quantité de soufre nécessaire.

Or, ainsi que nous le verrons plus loin, la quantité d'air renfermée dans un hectolitre est suffisante pour brûler 20 grammes de soufre environ et produire par conséquent 40 grammes d'acide sulfureux. Dans ces conditions, pour l'exemple cité plus haut, il faudrait pour brûler 250 grammes de soufre un tonneau de 12 hectolitres 5 de capacité minimum ; mais on peut faire l'opération en plusieurs fois si le tonneau n'a pas la capacité voulue.

Le système qui consiste à brûler le soufre dans un tonneau défoncé renversé sur une marmite contenant le soufre est, à mon avis, moins bon, parce que en même temps que l'acide sulfureux on envoie dans le moût une grande quantité d'air si on ne règle pas convenablement la combustion du soufre.

Par le fait même de la quantité de gaz sulfureux dont le moût est chargé, il ne peut commencer à fermenter qu'au bout d'un certain temps et lorsque la fermentation se déclare, au fur à mesure de la disparition de l'acide sulfureux, elle est toujours plus ou moins lente.

Il en résulte que l'élévation de la température pendant la fermentation des moûts soufrés est toujours moindre et qu'on peut ainsi souvent se passer de la réfrigération.

Il convient d'ajouter que la supériorité de cette méthode de fabrication des vins blancs n'est pas admise par tout le monde et que la méthode ordinaire qui consiste à ne pas soufrer le moût et à le faire fermenter rapidement, quitte à le refroidir si le besoin s'en fait sentir, a aussi ses partisans.

Enfin on emploie l'acide sulfureux à dose plus élevée, dans la proportion de 10 grammes par hectolitre, pour empêcher la fermentation de se déclarer et maintenir le moût tranquille pendant un temps suffisant pour obtenir le dépôt des gros débris et des impuretés qu'il tient en suspension.

Cette opération qu'on appelle le *débourbage* est faite en vue d'avoir un produit ayant plus de finesse. Dès que la bourbe est séparée du moût, on procède à la décantation de ce dernier et on l'envoie dans le récipient à fermentation.

Mais en soutirant le moût, il faut avoir soin de l'aérer énergiquement de manière à oxyder le gaz sulfureux restant pour le transformer en acide sulfurique et de manière aussi à dissoudre une certaine quantité d'air nécessaire à la multiplication et au développement des levures restées jusque-là inertes.

Cette pratique du débourbage peut être utile pour le moût obtenu à l'aide des pressoirs continus qui renferme toujours une proportion assez forte de particules solides en suspension ou encore avec le moût provenant d'une vendange souillée par la terre, mais dans les autres cas, j'estime que c'est une complication inutile.

Dans la fermentation ordinaire, sans débourbage, les nombreux débris des pellicules et de la pulpe abandonnent au vin le tanin qu'ils renferment. Si les vins ainsi obtenus ont moins de finesse, ils ont peut-être

plus de bouquet et, en tous cas, sont de meilleure tenue. D'autre part, la clarification est plus rapide, la précipitation des matières albuminoïdes en dissolution dans le moût, qui n'ont pas été utilisées par la levure, étant facilitée par une faible quantité de tanin, en présence de l'alcool.

Quel que soit le système de préparation du moût adopté, il est bon de l'entonner dans des tonneaux ou dans des foudres de petite dimension, pour subir la fermentation.

Après 24 heures, on voit déjà les bulles de gaz venir crever à la surface et produire une écume plus ou moins abondante, d'abord d'un gris sale, ensuite blanche. Cette écume va en augmentant, elle sort par la bonde et s'écoule sur les parois du tonneau ou du foudre. On remplit les tonneaux de manière à permettre à l'écume de sortir, tout en évitant de perdre du liquide. On peut s'arranger, du reste, de manière à recueillir la totalité des écumes en disposant sur l'ouverture du foudre ou de l'amphore une caisse munie d'un tuyau d'écoulement.

Quand la fermentation est achevée, on sépare le vin de ses grosses lies et on le transvase dans une autre capacité où la fermentation lente se continue. Ce premier soutirage doit se faire dans un tonneau légèrement soufré.

ÉPUISEMENT DE LA VENDANGE PAR DIFFUSION ET DÉPLACEMENT

De même que pour le marc fermenté, on a eu l'idée de chercher à opérer l'extraction du jus de la vendange fraîche, en utilisant les phénomènes de diffusion et de déplacement.

La diffusion du jus sucré à travers la membrane cellulaire étant encore plus lente que celle du liquide

alcoolique, il va sans dire qu'il faut s'efforcer de réduire le phénomène de la diffusion à son minimum par un foulage aussi parfait que possible, de manière à ne laisser non seulement aucun grain entier, mais encore à ouvrir le plus grand nombre des éléments cellulaires.

Dans un grain entier, la diffusion est nulle s'il porte encore son pédicelle et elle est extrêmement faible quand il a été arraché.

D'un autre côté, le liquide à extraire étant plus dense que l'eau, le déplacement doit s'opérer de haut en bas et non plus de bas en haut comme pour les marcs fermentés.

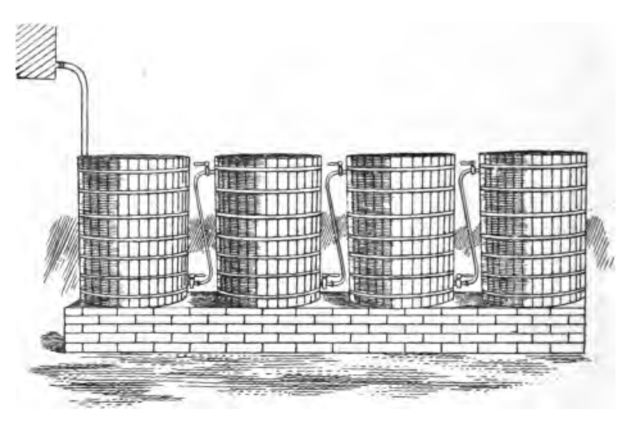


Fig. 50. — Figure théorique représentant une batterie de déplacement pour extraire le moût.

Ceci dit, supposons une batterie de 9 cuves fermées munies de claies et reliées entre elles par des tubes, de la base au sommet, dont 8 en exercice et la neuvième momentanément hors la circulation pour pouvoir être remplie avec la vendange égouttée sortant du fouloir pendant que se produit l'épuisement de la cuve n° 1.

Lorsque les huit cuves ont été remplies de vendange, la batterie est mise en fonction en faisant arriver sur

la cuve de tête (n° 1) de l'eau sous pression, à l'aide du réservoir placé à 5 mètres de hauteur.

On recueille le jus à la cuve de queue (cuve n° 8) tant que sa densité n'est pas sensiblement inférieure à celle du jus pur.

Dès que la densité baisse, on relie la cuve n° 8 avec la cuve n° 9 qui vient d'être chargée de vendange fraîche et qui devient à son tour cuve de queue. En même temps on met hors la circulation la cuve de tête qui est épuisée, et la cuve n° 2 devient cuve de tête pour la remplacer.

La cuve n° 1 est déchargée de son marc épuisé et rechargée avec de la vendange fraîche. Et ainsi de suite.

L'expérience a montré qu'en réglant convenablement le débit à la sortie de la cuve de queue, on peut obtenir un travail assez rapide tout en épuisant mieux la vendange qu'avec les pressoirs. De plus, le moût qui sort à la cuve de queue est clair, la vendange formant filtre.

D'ores et déjà, la plupart des difficultés pour l'application pratique de la méthode de diffusion et de déplacement aux marcs fermentés et à la vendange fraîche ont été surmontées, et on peut prévoir le moment où cette méthode d'extraction remplacera partout, dans les grandes exploitations, le pressurage avec les pressoirs continus ou discontinus (1).

VINIFICATION EN BLANC DES RAISINS ROUGES

L'augmentation croissante de la consommation des vins blancs, la faveur marquée dont ils jouissent depuis

(1) L'obligation d'employer des cuves fermées et de l'eau sous pression tient principalement à la composition des raisins et en particulier à la présence dans la pulpe de matières pectiques ou mucilagineuses.

quelques années, ont engagé les viticulteurs à vinifier en blanc partie ou totalité des raisins rouges.

Tous les raisins rouges à jus incolore sont susceptibles d'être vinifiés en blanc. Les raisins à jus coloré (Teinturier, hybrides Bouschet, etc.) sont peu nombreux.

La différence entre la vinification en blanc des raisins rouges et des raisins blancs ne réside que dans les précautions à prendre pour éviter la dissolution de la matière colorante.

Les errements suivis jusqu'à ces dernières années se composaient de la série des pratiques suivantes :

1° Procéder rapidement aux opérations de foulage et de pressurage afin d'éviter tout commencement de fermentation avant la séparation du moût ;

2° Faire un foulage modéré pour déchirer le moins possible les cellules qui renferment la matière colorante ;

3° Séparer autant que possible par *débourbage* les débris de pellicules qui se trouvent en suspension dans le moût. Ici, le débourbage a son utilité ;

4° Enfin, enlever ou détruire la plus grande partie de la matière colorante qui a pu quand même se dissoudre dans le moût pendant les diverses manipulations qu'on lui a fait subir.

Malgré ces précautions, on était encore obligé, pour ne pas obtenir un jus trop coloré, de se contenter d'une extraction partielle du jus, 50 pour 100 environ, et de transformer le restant en vin rouge.

Cette *vinification mixte*, encore très usitée en Algérie, se pratique de la manière suivante :

Les raisins légèrement foulés et égrappés sont envoyés dans un foudre ou dans une amphore. On recueille environ 33 pour 100, le tiers du moût que la quantité de vendange introduite peut fournir, puis on arrête l'écoulement.

Le moût soutiré est transvasé dans un récipient soufré à 10 grammes par hectolitre, pour être débourbé.

Les opérations qu'on lui fait ensuite subir sont les mêmes que celles que nous avons décrites en parlant du moût des raisins blancs.

Quant à la vinification en rouge du jus restant avec le marc, il y a lieu de donner quelques indications complémentaires.

L'égrappage doit toujours être pratiqué, afin de rapprocher le rapport marc à jus de sa valeur normale. Malgré cela, la proportion de marc par rapport au moût est-elle encore très élevée ; aussi faut-il, dans ce cas, faire un cuvage court, 48 heures au plus, et surveiller la température pour l'empêcher de s'élever au delà de la limite à laquelle les levures ne donnent qu'un mauvais travail.

Avec des raisins très sucrés ou flétris on peut être amené à ajouter une certaine quantité d'eau pour diluer le moût et permettre une bonne fermentation. Mieux vaut produire un vin de 10 à 11° que de s'exposer à manquer un vin qu'on aurait pu faire plus alcoolique.

Quoiqu'il en soit, la plupart des vins ainsi obtenus ne sont pas des vins blancs, au sens propre du mot, ils restent généralement toujours un peu teintés et il suffit d'augmenter leur acidité pour faire apparaître la couleur rosée.

On a donc cherché à enlever ou à détruire la matière colorante restée en dissolution dans les vins faits en blanc avec les raisins rouges.

Deux moyens sont surtout employés :

1° L'acide sulfureux ou les sulfites ;

2° Les noirs.

L'acide sulfureux employé à dose suffisante pour masquer la couleur laisse toujours dans le vin un goût désagréable et il faut attendre, pour que le liquide soit buvable, que l'excès de gaz ait disparu. Mais comme l'acide sulfureux agit sur la matière colorante en lui enlevant de l'oxygène, lorsque le gaz sulfureux a dis-

paru, si le vin est exposé à l'air, la matière colorante pourra reprendre l'oxygène perdu et le vin reprendra plus ou moins sa couleur.

La décoloration n'est donc que momentanée et, pendant qu'elle dure, elle est obtenue aux dépens de la qualité du vin.

L'emploi des noirs décolorants est encore plus mauvais. Ce procédé, assez répandu en Algérie, laisse toujours après lui un goût plus ou moins désagréable au liquide avec lequel il a été en contact.

D'autre part, les noirs décolorants renfermant toujours une proportion plus ou moins grande de sels calcaires et d'impuretés diverses, modifient considérablement la composition du vin. A mon avis, leur emploi doit être complètement rejeté.

En résumé, les divers procédés de vinification en blanc des raisins rouges que nous venons de passer en revue sont un peu empiriques et donnent des résultats souvent mauvais.

Nous devons à MM. Bouffard et Sémichon l'étude et la mise au point d'un procédé beaucoup plus rationnel, que nous allons maintenant décrire.

VINIFICATION EN BLANC DES RAISINS ROUGES BASÉE SUR LES PROPRIÉTÉS DE L'OXYDASE

M. Bertrand a découvert un nouveau groupe de principes oxydants voisins des diastases ou ferments solubles, très répandus dans la nature, auxquels on a donné le nom d'*oxydases* et qui ont la propriété d'attaquer les corps de la classe des phénols.

Dans les raisins, notamment, il existe une oxydase qui a la propriété d'oxyder à l'air la matière colorante rouge et d'oxyder le tanin des raisins blancs.

Cette action de l'oxydase se manifeste d'une manière très nette dans la vinification des raisins blancs ; le

moût bourbeux exposé à l'air brunit et se colore de plus en plus.

Quant à la matière colorante des raisins rouges, elle est oxydée et précipitée progressivement jusqu'à complète décoloration.

M. Martinaud a montré que l'oxydase n'était pas répartie uniformément dans le grain de raisin mais qu'on la trouve surtout dans les faisceaux fibro-vasculaires que nous avons appris à connaître au commencement de ce livre. On s'en rend compte en humectant la section d'un grain de raisin avec de la teinture de gayac qui possède la propriété de se colorer en bleu au contact de l'oxydase.

Sans nous attarder à pénétrer le mécanisme intime de l'action de l'oxydase dont certains points restent encore obscurs, nous allons nous occuper de ses effets et des causes qui peuvent les atténuer, les détruire ou les accentuer.

Toutes choses égales d'ailleurs, l'action de l'oxydase est proportionnelle à la quantité existant dans le moût et cette quantité est d'autant plus grande que le foulage est plus énergique, puisque l'oxydase se trouve surtout dans les parties du grain qui résistent le plus au broyage ou à la pression et qui laissent s'écouler leur jus en dernier lieu.

Une température de 70 degrés environ détruit l'oxydase.

L'acide sulfureux, à la dose de 2 à 5 grammes par hectolitre, est un agent destructeur de l'oxydase.

L'essence de moutarde, extraite de la farine de moutarde que l'on emploie pour traiter les vins fûtés, agit sur l'oxydase comme l'acide sulfureux, mais bien plus lentement. Au contact prolongé de l'air, l'oxydase perd peu à peu ses caractères oxydants.

Pendant la fermentation, l'oxydase perd en partie ses propriétés.

L'action de l'oxydase sur la matière colorante des

raisins rouges est fonction de deux facteurs qui peuvent, dans une certaine mesure, se suppléer. Ces deux facteurs sont la quantité d'air mis en œuvre et le temps d'aération.

Un volume d'air égal au tiers du volume moût à décolorer est suffisant pour amener une décoloration complète dans une demi-heure, si l'air est bien mélangé à la masse du moût.

Si l'action de l'air est trop prolongée, le moût devenu incolore après oxydation et précipitation de la matière colorante, passe au jaune, puis au jaune brun.

C'est un écueil qu'il faut savoir éviter.

On a, du reste, observé que ce jaunissement se produit moins facilement dans le moût qui tient en suspension les débris de la pulpe que dans le moût limpide.

Ceci étant posé, voici comment on peut faire l'application des propriétés de l'oxydase à la préparation des vins blancs de raisins rouges.

Le moût obtenu par un procédé d'extraction quelconque est envoyé dans une cuve d'aération. A l'aide d'une pompe à air on refoule de l'air ; le tuyau de refoulement doit être muni d'une pomme d'arrosoir pour diviser l'air et obtenir un bon barbotage.

Il est préférable cependant d'avoir une cuve à double fond et de faire arriver l'air par le bas de la cuve.

Ce double fond qui peut être en bois ou en cuivre étamé est percé de nombreux trous qui permettent une répartition de l'air dans toute la masse.

De temps en temps on prélève dans la cuve un peu de moût qu'on passe sur un filtre ; dès que le moût est incolore, on arrête l'opération.

L'aération a une durée variable suivant l'intensité de la coloration du moût et suivant sa richesse en oxydase ; mais, en général, une aération de 15 à 30 minutes est suffisante.

MM. Bouffard et Sémichon conseillent d'avoir une

batterie de trois cuves, afin d'avoir un travail continu : une cuve en aération, une cuve en remplissage et une cuve en vidange.

La dimension des cuves dépend de la quantité du moût à traiter par jour, mais des cuves de 15 à 20 hectolitres de capacité sont déjà suffisantes pour traiter une quantité importante de moût.

Le moût décoloré est évacué dans le foudre à fermentation qu'on a eu soin de soufrer à raison de 2 à 4 grammes d'acide sulfureux par hectolitre, pour empêcher le jaunissement qui pourrait se produire sous l'influence de l'oxydase restant encore dans le moût.

A partir de ce moment les opérations sont les mêmes que celles déjà décrites précédemment.

A mon avis, c'est le seul procédé simple et rationnel qu'on doit employer pour la fabrication des vins blancs avec des raisins rouges.

Avec ce procédé on peut utiliser non seulement les 50 pour 100 du moût fourni par la vendange, mais encore la totalité, soit 75 à 80 pour 100, pour faire du vin blanc, suivant que la plus-value de ces vins sur les vins rouges est plus ou moins considérable.

Les vins obtenus par ce procédé possèdent une teinte jaune verdâtre se rapprochant beaucoup de celle des vins de raisins blancs.

CHAPITRE XI

Procédé de vinification basé sur la stérilisation du moût par la chaleur.

Les divers procédés que nous venons de passer en revue pour la fabrication des vins rouges et des vins blancs permettent aux viticulteurs, quand ils sont bien appliqués, d'obtenir des vins sains, bien constitués et de bonne garde.

Cependant, dans ces derniers temps, on est allé plus loin et on a proposé de stériliser les moûts par la chaleur.

Le progrès s'est peu à peu infiltré dans la pratique et aujourd'hui, nous assistons à une transformation radicale de l'œnologie.

Tous les procédés empiriques qui, pendant des siècles, ont servi de base pour la fabrication du vin, sont en train de disparaître, remplacés par des méthodes nouvelles établies expérimentalement.

La fabrication tend de plus en plus à prendre le véritable caractère d'une industrie, grâce à une *technique œnologique* de plus en plus perfectionnée.

Les viticulteurs éclairés se sont aperçus que les règles empiriques déduites de l'observation incomplète des faits était en défaut dès que les conditions de la fabrication du vin venaient à se modifier et ils ont résolûment abordé l'application des procédés nouveaux.

Théoriquement, le chauffage du moût est incontestablement un progrès réalisé dans la vinification, mais nous devons examiner si les avantages qui résultent de l'application pratique de ce procédé sont assez importants pour le recommander actuellement aux viticulteurs.

Par la stérilisation du moût de vendange, on se propose deux choses : 1° améliorer la fermentation en supprimant tous les germes vivants apportés par la vendange et en les remplaçant par une levure de choix. On peut même dire que c'est l'emploi des levures cultivées et sélectionnées qui a contribué à faire avancer la question ; 2° obtenir un produit dont la conservation est assurée, si on prend soin d'éviter sa contamination en réalisant l'asepsie de l'outillage qui servira à le manipuler.

En nous occupant de l'emploi des levures cultivées dans la vinification ordinaire, nous avons vu que les résultats obtenus ne sont pas toujours très nets et que l'amélioration du produit est souvent faible, quelquefois nulle.

La stérilisation du moût en permettant à la levure choisie de se développer seule, à l'exclusion des levures sauvages, des bactéries, des microbes, etc., donne un vin supérieur à celui qu'on obtiendrait si on abandonnait le même moût à la fermentation spontanée. Avec les moûts ainsi stérilisés, l'action des levures est bien réelle.

Avec ce système, on peut donc obtenir une fermentation uniforme, un rendement supérieur en alcool et peut-être un vin plus droit, plus fin. Voilà tout. En ce qui concerne l'influence des levures sur le bouquet, elle reste toujours contestée.

Quant à leur conservation, elle est remarquable, à la condition expresse d'éviter les réensemencements qui pourraient se produire pendant les manipulations ultérieures. Les vins ainsi produits sont à peu près exempts de germes de maladie et peuvent être conservés sans altération d'aucune sorte.

Voilà pour les avantages qui sont réels mais qui ne

ressortent pas beaucoup quand on compare ce procédé à une vinification ordinaire bien conduite.

D'un autre côté, les précautions employées pour éviter l'altération du moût, le goût de cuit, etc., assurer la limpidité du vin et lui conserver toutes ses qualités ont besoin d'être perfectionnées avant de passer dans la pratique courante.

Actuellement, la stérilisation du moût par le chauffage est encore une opération trop coûteuse pour les avantages qu'elle procure et elle présente des inconvénients qu'une étude plus attentive de la méthode fera sans doute disparaître.

Ceci posé, nous pouvons examiner sommairement le procédé.

Il y a deux cas à considérer :

1° Chauffage des moûts vinifiés en blanc ;

2° Chauffage des moûts vinifiés en rouge.

Le chauffage des moûts vinifiés en blanc est relativement simple. Il suffit d'avoir à sa disposition un appareil de chauffage, un pasteurisateur par exemple, de la vapeur et de l'eau.

Les appareils disposés de manière à pouvoir servir, à volonté, de réfrigérant ou de pasteurisateur, sont les plus avantageux.

Mais les auteurs qui se sont occupés de la question ne sont pas d'accord sur les conditions dans lesquelles il est possible de les chauffer sans inconvénient.

Nous savons que dans les moûts acides une chaleur de 60 à 65 degrés environ, maintenue pendant quelques minutes, tue presque sûrement les levures, leurs spores et sans doute la plupart des microbes.

La température minimum à atteindre pour stériliser les moûts dépend d'ailleurs de leur constitution chimique ; pour les moûts très acides une température de 55° est suffisante.

M. Kayser fait une seule chauffe au contact de l'air. M. Rosensthiel, s'inspirant de la méthode générale de

Tyndall, fait trois chauffes successives à 50° environ, en présence de l'acide carbonique et à l'abri de l'air. Je crois que les trois chauffes successives sont une complication qu'il convient d'éviter en faisant le chauffage à l'abri de l'air.

M. Kuhn opère également le chauffage à l'abri de l'air, dans un grand cylindre, sous pression obtenue par la compression d'un léger espace gazeux par le moût chauffé lui-même.

Quant au chauffage des moûts vinifiés en rouge, il est un peu plus difficile, parce qu'on est obligé de chauffer la vendange foulée pour obtenir la dissolution de la matière colorante dans le moût.

Le procédé d'épuisement de la vendange foulée par diffusion et déplacement, que nous avons déjà décrit, permet d'arriver au résultat cherché d'une manière assez satisfaisante.

D'après M. Andrieu, si on intercale entre la cuve n° 3 et la cuve n° 4 de chaque opération un *caléfacteur* destiné à porter à la température de 60-70 degrés le liquide qui passe d'une cuve dans l'autre, on obtient une extraction suffisante de la matière colorante et des autres matières extractives qui passent dans le vin rouge pendant la macération du marc.

Le moût coloré sort de la dernière cuve à peu près à la température de la vendange.

Dès lors, la stérilisation des moûts dans la vinification en rouge peut se faire dans les mêmes conditions que celle des moûts vinifiés en blanc. Le moût stérilisé est reçu dans un tonneau stérilisé à l'eau bouillante ou par un jet de vapeur surchauffée.

Dans les pays chauds, on avait pensé à chercher à obtenir une stérilisation prolongée, de manière à conserver les moûts stérilisés jusqu'au moment où la température est assez basse pour que la vinification puisse se faire dans les mêmes conditions que dans les régions tempérées.

Je n'ai pas besoin de faire remarquer que le moût ainsi abandonné à lui-même dans des récipients mal clos pourrait difficilement se conserver sans altération. Il vaut mieux se hâter de l'ensemencer avec une levure pure.

En résumé, le chauffage des moûts peut donner de bons résultats, mais bien des difficultés restent encore à surmonter avant de pouvoir l'introduire dans la pratique courante, et la plus-value des vins obtenus par ce procédé n'est pas encore suffisamment établie.

J'ai eu l'occasion d'examiner et de déguster des vins blancs fabriqués en grand avec des moûts préalablement stérilisés; je les ai toujours trouvés d'une tenue parfaite et pendant des mois j'ai pu les conserver dans des bouteilles à moitié vides, sans autre altération qu'un goût d'évent, alors que les vins témoins placés dans les mêmes conditions se recouvraient rapidement d'une couche de fleur de vin ou d'un voile de mycoderma acéti.

Mais je dois ajouter qu'ils laissaient à désirer au point de vue de la finesse et de la qualité et qu'ils ont été souvent classés après les vins témoins.

CHAPITRE XII

Vinifications spéciales.

Dans les pages qui précèdent, nous avons étudié la vinification en tant qu'elle s'applique à la production des vins rouges et des vins blancs, qui constituent la majeure partie de notre production viticole.

Il nous reste à traiter, dans ce chapitre, la vinification de quelques vins spéciaux que nous produisons déjà en quantité appréciable et qui sont de plus en plus recherchés.

Ces vins sont les suivants : *vins rosés, vins de liqueur, vins mousseux.*

VINS ROSÉS

On peut facilement faire en Algérie d'excellents vins rosés. Les vins rosés qui tiennent le milieu entre les vins rouges et les vins blancs sont recherchés en Suisse, en Belgique et en Allemagne. Ils sont également appréciés en Autriche-Hongrie et en Italie.

En France, la mode qui, après avoir été au vin rouge, fait risette au vin blanc, viendra peut-être un jour au vin rosé.

Si les vins rouges sont plus toniques, plus nutritifs que les vins blancs, ils sont aussi d'une digestion plus

difficile. Ils ne conviennent pas à toutes les personnes et ne peuvent être absorbés sans fatigue que modérément.

Les vins blancs, au contraire, sont plus délicats, plus agréables à boire, ne fatiguent pas l'estomac, mais sont plus excitants, en raison de la très faible quantité de tanin qu'ils renferment.

Quant aux personnes qui boivent des vins blancs sous prétexte qu'ils sont moins frelatés que les vins rouges, je crois qu'elles font fausse route, la fraude s'exerçant aussi bien sur les vins blancs que sur les vins rouges.

Les vins rosés n'ont pas les défauts des vins rouges et des vins blancs ; ils en ont en quelque sorte — chose rare — les qualités.

Ils sont légèrement toniques tout en se laissant boire sans fatigue.

A mon avis, il serait bien plus rationnel pour les viticulteurs de transformer les raisins rouges en vin rosé que de les employer à la production de vins blancs ou blanchis. Cela serait également avantageux pour les consommateurs.

Mais il est clair que les viticulteurs sont obligés de proportionner leur production à la demande du commerce et de tenir compte des tendances et du goût du public.

Les expériences du professeur Fonseca établissent nettement que les raisins rouges vinifiés en rosé donnent des vins plus alcooliques et plus acides que les vins rouges; par contre, ils sont moins riches en tanin et en extrait sec.

Les vins rosés peuvent s'obtenir de trois manières :

1° En foulant et pressant la vendange et faisant fermenter le moût à part;

2° En faisant fermenter le moût avec une partie seulement des parties solides;

3° En faisant fermenter toute la vendange comme pour les vins rouges mais en abrégeant la durée du

contact du moût et des parties solides et la limitant au moment où la teinte désirée est obtenue.

La première méthode semble la plus rationnelle et en même temps la meilleure pour les pays chauds. Pendant le foulage et le pressurage, opérations que l'on peut faire plus ou moins rapidement, le moût a le temps de se colorer.

On peut également se servir de la méthode d'extraction du moût par diffusion et déplacement.

Les vins rosés ont une couleur rose vif claire.

Quel que soit le mode d'extraction employé, le moût est envoyé dans le récipient à fermentation, soufré à la dose de 2 à 4 grammes d'acide sulfureux par litre, afin d'empêcher la matière colorante d'être partiellement détruite par l'oxydase. Le gaz sulfureux peut momentanément atténuer la couleur, mais elle reparaît au premier soutirage avec toute sa fixité, dès que l'acide sulfureux a disparu.

Le tableau suivant, emprunté à la brochure du professeur Fonseca, montre les différences de composition des vins obtenus en rosé et en rouge :

	EXPÉRIENCE N° 1			EXPÉRIENCE N° 2			EXPÉRIENCE N° 3		
	VIN ROUGE	VIN ROSÉ	DIFFÉRENCE	VIN ROUGE	VIN ROSÉ	DIFFÉRENCE	VIN ROUGE	VIN ROSÉ	DIFFÉRENCE
Alcool o/o en volume..	12,84 12,73	13,18	+0,29 +0,40	13,58	13,86	+0,28	11,97	12,57	+0,60
Acidité totale.	5,25 5,68	6,00	+0,75 +0,32	6,22	6,22	—	6,00	6,25	+0,25
Extrait sec (sucre déduit).	34,87 34,82	28,26	—6,61 —6,56	36,14	29,39	—6,75	32,65	27,11	—5,54
Tanin.				4,48	1,10	—3,38	1,95	0,45	—1,50
Coloration.				2° V. R. 750	2° R. 965		2° V. R. 295	rosso sbialito	

La différence qui existe entre les vins rouges et les vins rosés ne consiste donc pas seulement dans la couleur.

Il est clair qu'on peut, à volonté, accentuer ou diminuer les différences de composition et faire des vins rosés se rapprochant tantôt plus du vin blanc que du vin rouge, tantôt, au contraire, plus du vin rouge que du vin blanc.

Ce qu'il faut faire, c'est s'attacher à produire ce type intermédiaire toujours dans les mêmes conditions.

Il convient donc de ne pas considérer la fabrication des vins rosés comme un *accident* de la préparation des vins faits en blanc, mais d'en faire une production régulière toutes les fois qu'on se trouvera en présence de débouchés assurés (1).

A mon avis, il faut abandonner les anciens errements qui consistent à laisser fermenter quelques heures en présence des parties solides et à décuver dès que la teinte rosée paraît suffisante. Il me semble préférable de fouler énergiquement la vendange, de la pressurer ou de l'épuiser par diffusion et déplacement et de faire fermenter le moût seul.

Les vins ainsi obtenus ont une teinte plus claire et se rapprochent davantage des vins blancs.

VINS DE LIQUEUR

Ces vins sont obtenus de préférence dans les régions chaudes où, par suite de la température élevée, les raisins peuvent toujours acquérir une plus grande richesse naturelle en sucre. Du reste, on choisit, pour cet usage, les raisins des cépages qui donnent les produits les plus sucrés.

Dans les vins de liqueur, on se propose toujours de conserver, après l'arrêt de la fermentation, une pro-

---

(1) Mais pour que les viticulteurs soient encouragés à produire des vins osés, il faut que les acheteurs arrivent à les apprécier.

portion de sucre assez considérable qui, persistant pendant longtemps et se trouvant soustraite à toute fermentation ultérieure, donne au liquide une saveur sucrée.

On peut d'ailleurs augmenter d'une manière notable cette richesse en sucre par des opérations spéciales pratiquées au moment de la vendange.

On peut diviser les vins de liqueur en trois groupes:

1° Vins de liqueur naturels;

2° Vins de liqueur par maturation artificielle des raisins;

3° Vins de liqueur artificiels ou *vins cuits*.

Les différents procédés employés ont tous pour but d'enlever au raisin une partie de l'eau qu'il contient en favorisant sa dessiccation sans l'altérer et d'augmenter ainsi dans le moût qu'on en tirera la proportion de sucre, soit en général 28 à 30 pour 100 de sucre ou 15 à 16 degrés Baumé.

VINS DE LIQUEUR NATURELS

Dans les pays chauds, en Algérie et en Tunisie, on se contente de laisser parfaitement mûrir les raisins de certains cépages dont le muscat forme ordinairement la base et on les porte immédiatement au pressoir pour les fouler et en exprimer le jus.

Cependant, dans certains cas, on peut être amené, comme dans les régions moins favorisées par le soleil, à laisser les raisins sur souches jusqu'à ce qu'ils commencent à se flétrir et même à tordre la queue des grappes pour hâter cette dessiccation partielle.

D'autres fois, on cueille les raisins comme à l'ordinaire et on les laisse ensuite exposés au soleil en couche très mince jusqu'à ce que l'évaporation soit suffisante, ce que l'on reconnaît à la dépression bien marquée de la pellicule. Ainsi donc, soit que le raisin renferme nor-

malement la quantité de sucre nécessaire, soit qu'il ait été amené à perdre une partie de l'eau qu'il contient, que ce résultat ait été obtenu sur la souche ou en dehors de la vigne, le moût doux et sucré que l'on recueille par la pression est soumis à la fermentation ; celle-ci s'accomplit lentement et lorsqu'il ne reste plus que la quantité de sucre voulue on l'arrête par le mutage, par l'addition d'alcool et par des soutirages répétés.

Quelle est la quantité de sucre qu'on doit laisser dans les vins de liqueur ? Cette quantité varie naturellement avec le type de vin qu'on veut produire. On trouve, dans les vins de liqueur, depuis 50 grammes jusqu'à 200 grammes de sucre par litre.

Voici quelques chiffres :

	ALCOOL 0/0 EN VOLUME	SUCRE PAR LITRE EN GLUCOSE
	—	—
1° *Vins italiens.*		
Lacryma-Christi, Marsala, etc. . .	15 à 17	50-80
2° *Vins espagnols.*		
Malaga, Xérès, etc..	15-20	50-200
3° *Vins portugais.*		
Porto, Madère, etc..	18-20	30-60
4° *Vins de l'Autriche-Hongrie.*		
Tokay, Ziparer, etc.	12-15	30-70
5° *Vins de France.*		
Muscat de Frontignan, Banyuls, etc.	15-17	80-130

En Algérie et en Tunisie, on fait d'excellents vins de Muscat qui ont l'avantage de coûter moins cher que les vins d'imitation qu'on trouve dans le commerce.

Ceci étant posé, prenons un exemple. Soit un moût pesant 15 degrés Baumé, il renferme 279 grammes de sucre par litre (voir la table de la page 27), si nous voulons faire un muscat à 130 grammes de sucre par litre, il vous faudra laisser fermenter 149 grammes de sucre. Ces 149 grammes de sucre donneront (à 17 grammes par degré), 8,76 pour 100 d'alcool.

Mais la proportion d'alcool n'est pas suffisante pour que le vin ne puisse plus fermenter et assurer sa stabilité. Il faut porter cette proportion au moins à 15 pour 100. Comme nous savons, cette proportion de 15 pour 100 correspond à la limite minima à laquelle les levures ne peuvent plus travailler et ajouter par conséquent, dans ce cas particulier, 6,24 pour 100 d'alcool pur. L'addition d'alcool ne doit pas être faite en une seule fois mais peu à peu, par petites portions, en tenant compte bien entendu de sa concentration. Si on alcoolise avec une eau-de-vie contenant seulement 66 pour 100 d'alcool, il faudra en ajouter 9,5 pour 100 au lieu de 6,24 et même un peu plus à cause de l'augmentation de volume qu'on peut toujours calculer.

Inversement, au lieu d'arrêter la fermentation, on pourrait la laisser se continuer jusqu'à ce que le moût ait acquis une richesse alcoolique suffisante, 15 pour 100 par exemple (le moût qui nous occupe pourrait donner 16,3 pour 100 d'alcool) et ajouter ensuite la quantité de sucre manquant pour obtenir un vin de liqueur. On ajoute du sucre de canne ou du sucre de betterave cristallisé. En présence des acides du moût et sous l'influence de la sucrase sécrétée par la levure l'inversion ne tarde pas à se produire et on a bientôt plus qu'un mélange de glucose et de lévulose.

Mais il est clair que dans ce cas, en outre de la difficulté qu'on aurait pour achever la fermentation dans un moût aussi concentré, l'harmonie entre les principes du vin se trouverait plus ou moins détruite et le goût influencé défavorablement.

A notre avis, la préparation des vins de liqueur par le mutage à l'alcool en employant des trois-six de vin ou de l'alcool à 95° parfaitement rectifié, est la seule qu'on doit employer.

Nous devons cependant à nos lecteurs la description sommaire du mutage au soufre.

MUTAGE AU SOUFRE

Nous connaissons déjà le rôle important du soufre, ou plutôt du produit de sa combustion, l'acide sulfureux dans la vinification (soufrage). Nous étudierons plus loin son emploi dans la conservation du vin et des vases vinaires (méchage), pour l'instant nous ne nous occuperons que du mutage.

Un fût vide d'un hectolitre contient 21 litres d'oxygène (20,93), soit 30 grammes. Ces 30 grammes peuvent brûler un poids égal de soufre et donner par conséquent 60 grammes d'acide sulfureux. Lorsque l'acide sulfureux est produit, il faut le faire absorber.

La faculté d'absorption du moût ou du vin pour l'acide sulfureux varie avec leur composition. L'alcool absorbe environ 3 fois plus d'acide sulfureux que l'eau; or, l'eau à 15 degrés absorbe 44 fois son volume d'acide sulfureux (volume ramené, bien entendu, à 0 degré et à 760). Le litre d'acide sulfureux pesant 2gr,87, on voit qu'on peut toujours faire absorber au moût ou au vin la quantité de gaz nécessaire pour empêcher ou arrêter la fermentation et rendre le moût *muet*.

En faisant passer un courant d'acide sulfureux dans du vin, pendant 3 heures, M. Weigert a pu faire absorber 400 grammes de ce gaz par hectolitre.

En opérant avec du vin contenant 9 pour 100 d'alcool au volume, M. Haas a trouvé qu'en faisant brûler du soufre dans un tonneau jusqu'à extinction et le remplissant ensuite, la quantité d'acide sulfureux absorbé par hectolitre était de 13gr,5. Ce chiffre est variable avec le mode de remplissage employé.

Dans le *mutage*, opération qui a pour but d'empêcher pendant longtemps la fermentation de se déclarer, il faut faire absorber de 30 à 50 grammes d'acide sulfureux par hectolitre.

En parlant du soufrage nous avons déjà décrit les procédés employés pour introduire dans le moût une quantité déterminée d'acide sulfureux et empêcher qu'une partie soit chassée du foudre ou du tonneau, nous n'y reviendrons pas.

L'acide sulfureux introduit dans le vin se transforme peu à peu en acide sulfurique, puis en sulfates, une autre partie attaque l'alcool et donne de l'*aldéhyde sulfureux*.

L'emploi des sulfites et bisulfites conduit au même résultat.

Toutes ces pratiques tendent à augmenter d'une manière notable la proportion des composés du soufre contenus dans le moût ou dans le vin et à leur communiquer une odeur caractéristique désagréable.

D'autre part, l'acide sulfureux à haute dose, de même que le chauffage à température trop élevée, sépare une partie des matières albuminoïdes du moût, sous forme d'un fin précipité qui reste longtemps en suspension dans le liquide et l'empêche de se clarifier.

L'action de l'acide sulfureux n'est du reste que momentanée. Il disparaît au bout d'un temps plus ou moins long et laisse le champ libre aux levures.

C'est un procédé de mutage qui ne peut être employé que quand on se propose de faire refermenter le vin déjà partiellement fait.

VINS DE LIQUEUR PAR MATURATION ARTIFICIELLE DES RAISINS

Les raisins cueillis, aussi mûrs que possible, sont alors exposés sur des claies disposées sous des hangars, où ils éprouvent un commencement de dessiccation avant d'être soumis à la presse. La durée de la dessiccation dépend de la température de l'air, de son état hygrométrique et de son mouvement.

D'autres fois, les claies sont placées dans les chambres

transformées en étuves ou dans des fours chauffés à une température ne dépassant pas 50 à 60 degrés.

Il est clair que ces diverses méthodes de dessiccation ont une influence marquée sur la qualité du produit. Dans tous les cas, il faut séparer soigneusement les grains altérés.

Connaissant la richesse en sucre des raisins avant leur dessiccation, il est facile de calculer la perte d'eau qu'il faut leur faire subir pour les amener à une richesse saccharine déterminée.

Exemple : soit les raisins fournissant un moût contenant 200 grammes de sucre par litre, si on veut pousser la dessiccation assez loin pour que le jus contienne 300 grammes de sucre par litre, il faudra faire perdre aux raisins 30 pour 100 d'eau.

Les vins de liqueur doux ou secs obtenus par maturation artificielle se distinguent de ceux obtenus par maturation sur les ceps par une plus grande richesse en acides et une plus forte proportion de lévulose.

En effet, dans ce dernier cas, les acides libres sont comme nous savons brûlés pendant la période de la maturité dépassée.

VINS DE LIQUEUR ARTIFICIELS

Enfin, on augmente la richesse en sucre des moûts en les chauffant dans des chaudières jusqu'à ce qu'ils marquent 16 à 18 degrés Baumé. Cette concentration s'opère généralement à feu nu ou à la vapeur, à la pression ordinaire.

En opérant sous une pression réduite dans un vide partiel et à basse température, le moût n'est pas du tout altéré et conserve un goût très pur et toutes ses qualités.

Il faut choisir des cépages donnant naturellement des raisins sucrés et pas trop acides.

Pendant la concentration, on ajoute une colle formée de blancs d'œufs bien battus dans du moût froid afin de le clarifier.

En résumé, on peut faire d'excellents vins de liqueur un peu partout, en choisissant convenablement les cépages. Quel que soit le système employé pour obtenir la concentration du moût voulue, celui-ci est introduit dans des tonneaux et abandonné à la fermentation, après avoir eu soin de laisser un espace vide suffisant pour ne pas trop perdre de liquide et permettre néanmoins à l'écume de sortir.

On suit alors attentivement la fermentation qui n'est jamais très active et va en diminuant au fur et à mesure que l'alcool augmente et on fait des essais répétés pour déterminer le moment où on doit ajouter de l'alcool, suivant qu'on veut obtenir un vin de liqueur doux ou sec.

Cette addition d'alcool a pour effet, comme nous savons, de fixer le degré de *douceur* voulu en arrêtant la décomposition du sucre et de donner le degré alcoolique nécessaire pour s'opposer à la vie des levures et assurer la stabilité du vin.

Lorsqu'on s'est ainsi placé dans les conditions nécessaires pour éviter toute fermentation ultérieure, il faut songer à clarifier le vin.

On fait un premier soutirage pour séparer le vin de sa lie, puis on répète plusieurs fois cette opération au contact de l'air pour oxyder les matières azotées et les séparer du liquide.

Finalement le vin est filtré pour le rendre tout à fait limpide.

On donne aux vins de liqueur des goûts ou des aromes spéciaux en leur faisant subir des manipulations plus ou moins rationnelles ou en leur ajoutant des bouquets spéciaux.

C'est ainsi que l'action de l'air jointe à celle d'une température élevée, dans des bâtiments chauffés par le

soleil peut communiquer au vin des goûts divers qu'on trouve dans le madère, le malaga, etc.

Le tokay rappelle le goût de pain (Brod-geschmack).

L'iris de Florence donne une odeur de violette, etc.

A notre avis, il faut user de cette cuisine qu'on trouve minutieusement décrite dans certains ouvrages, avec beaucoup de circonspection et se borner autant que possible à produire des vins de liqueur droits, francs de goût et ne possédant d'autres bouquets que celui apporté par les raisins.

Dans les pays chauds, on produit encore des moûts alcoolisés destinés à la fabrication des *vins d'imitation* (vermouth, madère, malaga, etc.)

Ces moûts mutés à l'alcool avant toute fermentation portent le nom de *Mistelles.*

MISTELLES

Voici, en général, comment se font les mistelles: les raisins sont foulés et pressés. Le moût obtenu, criblé et débourbé dans un tonneau soufré est envoyé dans un second tonneau où il est additionné de la quantité d'alcool nécessaire, 15 à 18 pour 100. On mélange bien le tout.

D'autres fois, on ne fait qu'un eextraction partielle du jus des raisins en foulant légèrement et en ne pressant pas. On s'arrange alors de façon à faire du vin ordinaire avec le marc incomplètement épuisé, en ajoutant, comme dans la vinification mixte des raisins rouges, une quantité d'eau convenable pour obtenir une bonne fermentation tout en ayant un produit ne laissant rien à désirer sous le rapport de la teneur en alcool et en extrait sec.

Il serait à désirer que les formalités administratives et les dispositions fiscales nécessitées par les droits qui pèsent sur l'alcool ne soient pas un obstacle à la pros-

périté de cette industrie dans nos colonies du nord de l'Afrique.

Il est à peine besoin de faire remarquer qu'il s'agit des mistelles blanches plus recherchées et d'un emploi beaucoup plus général que les mistelles rouges.

En Algérie, le mutage a lieu en franchise, sous la surveillance d'un agent des contributions diverses et le produit muté reste sous la main de cette administration jusqu'au moment de son exportation où il est alors placé sous la surveillance de la douane.

VINS MOUSSEUX

Si l'on met en bouteilles du vin dont la fermentation est encore incomplète, renfermant du sucre, la fermentation qui s'y produira, s'il renferme encore des globules de levure en suffisante quantité, le rendra mousseux. On comprend que la fermentation s'opérant dans un vase fermé hermétiquement, l'acide carbonique ne peut se dégager et reste dissous sous l'influence de la pression, mais dès que l'on fait sauter le bouchon, le gaz s'échappe avec force et produit cette mousse pétillante qui caractérise cette sorte de vin.

Enfin on peut gazéifier les vins en les chargeant d'acide carbonique à la façon d'un siphon d'eau de seltz. De là deux sortes de vin mousseux: les vins mousseux préparés suivant la méthode usitée en Champagne, c'est-à-dire les vins *champagnisés* et les vins *mousseux artificiels*.

VINS CHAMPAGNISÉS

Le moût est mis à fermenter dans des tonneaux disposés sur des chantiers; s'il est trop pauvre en sucre, on fait une addition de liqueur. La liqueur est du vin dans lequel on a dissous 500 grammes de sucre par

litre; on ajoute une quantité suffisante de façon à assurer au vin, après fermentation, une richesse alcoolique de 11 à 13 degrés.

On soutire en janvier et on procède au coupage. Ensuite on fait une addition d'alcool pour amener le vin à son titre définitif, s'il en est besoin. C'est alors qu'on procède au *tannissage* et au *collage*.

On additionne le vin de 2gr,5 à 5 grammes de tanin par hectolitre, puis on ajoute 2gr,5 de colle de poisson (ichthyocolle), préalablement gonflée dans deux litres de vin pendant 3 ou 4 jours, battue vigoureusement et ensuite jetée sur une passoire étamée. Le vin est ensuite fortement agité à l'aide d'un bâton.

Lorsque le vin tannisé et collé s'est éclairci, il faut le soutirer une seconde fois et lui donner la dose de sucre nécessaire pour le faire mousser.

L'expérience a montré quelle était la proportion de sucre qu'un vin devait avoir, au moment de sa mise en bouteilles, pour obtenir une quantité suffisante de mousse, tout en évitant d'avoir une trop grande quantité d'acide carbonique qui donnerait lieu à une pression à laquelle les bouteilles ne pourraient résister.

Le calcul suivant, fondé sur les lois qui président à la dissolution des gaz, permet de déterminer cette quantité.

Soit P la pression à obtenir dans la bouteille, à la température de 15° (4 à 5 atmosphères pour les vins mousseux et grands mousseux).

V le volume d'acide carbonique nécessaire pour avoir cette pression, exprimé en litres.

A la proportion d'eau dans la bouteille, en volume.

B la proportion d'alcool dans la bouteille, en volume.

α le coefficient d'absorption de l'eau pour l'acide carbonique à la température considérée (1,00).

β le coefficient d'absorption de l'alcool pour l'acide carbonique (3,19 à 15).

n l'espace vide entre le vin et le bouchon (en moyenne 15 centimètres cubes).

On a la formule suivante :

$$V = P(A\alpha + B\beta + n)$$

Cette formule n'est pas tout à fait exacte parce que le vin n'est pas un mélange d'eau et d'alcool. En réalité, le coefficient d'absorption est un peu moindre que celui calculé.

D'un autre côté, nous savons que 1 gramme de sucre de raisin, en fermentant, dégage $0^{gr},466$ d'acide carbonique. Or, le poids du litre d'acide carbonique à 15° étant de $1^{gr},88$, nous avons l'équation suivante :

$$X = 0,95\left(\frac{V \times 1,88}{0,466} - s\right)$$

S étant le poids de sucre de raisin que le vin contient en dissolution et X le poids de sucre de canne à ajouter à chaque bouteille, en grammes.

En appelant *c* le volume du vin dans la bouteille (A + B), en moyenne 800 centimètres cubes et x' la quantité de sucre à ajouter par hectolitre de vin, on a la relation

$$x' = \frac{X 1000}{800} 100$$

De nombreux essais ont montré que la proportion convenable de sucre total doit être de 20 grammes par litre de vin ou 17 grammes par bouteille.

On ajoute le sucre de canne au vin après l'avoir préalablement dissous à froid dans du vin de même qualité et dans les proportions indiquées par le calcul. Le vin est ensuite brassé avec un agitateur pour assurer l'uniformité et l'intimité du mélange.

On procède ensuite à la mise en bouteille, au bouchage et à l'agrafage avec un fil de fer. Les bouteilles ainsi bouchées et agrafées sont mises en tas (*entreillage*) dans le cellier.

Lorsque la fermentation est très avancée et que la pression atteint déjà environ 4 atmosphères, on les descend à la cave. Après un an ou deux de séjour à la

cave, les bouteilles sont placées renversées, le goulot en bas, dans les trous d'un pupitre, pour amener le dépôt sur le bouchon (*mise sur pointe*). Si ce dépôt est trop adhérent au verre, on secoue brusquement la bouteille pour le détacher (*remuage*).

Lorsque le vin sur pointe a laissé tomber son dépôt, on procède au dégorgement. On détache l'agrafe du bouchon et on tire prestement ce dernier; la bouteille crache son dépôt et le dégorgeur la retourne rapidement, le goulot en haut, de façon qu'il puisse sortir à peine 50 à 60 centimètres cubes de vin.

En cet état, le vin est trop acide et pas assez sucré pour être livré à la consommation. Il faut, pour le rendre agréable, lui ajouter une liqueur sucrée, qui donne en même temps un peu de viscosité au liquide et rend la mousse plus persistante lorsqu'on verse le vin.

Cette liqueur est faite avec du vin vieux de grande qualité auquel on ajoute du sucre (750 grammes par litre) et plus ou moins de cognac. Le goût des consommateurs règle seul l'addition de cette liqueur. Les Russes et les Français demandent du champagne sucré, tandis que les Anglais et les Américains préfèrent le champagne sec, contenant seulement quelques centièmes de sucre.

On introduit de 50 à 100 centimètres cubes de cette liqueur dans chaque bouteille après avoir fait le vide nécessaire.

Les bouteilles sont ensuite bouchées, calottées, ficelées et remises en tas pendant quelques mois pour permettre à la liqueur de s'harmoniser avec le vin.

VINS MOUSSEUX ARTIFICIELS

Il suffit de produire de l'acide carbonique dans un récipient et de le faire dissoudre dans le vin pour obtenir un vin mousseux.

On a d'abord songé à utiliser les appareils à eau de Seltz dans lesquels le gaz acide carbonique vient se dissoudre dans le vin sous l'influence de sa propre pression.

Ensuite on a employé des machines permettant de refouler l'acide carbonique, à l'aide d'une pompe, dans le vin, sous une pression convenable. La nécessité de travailler à une pression de 4 à 6 atmosphères oblige d'avoir des machines compliquées et solides. Malgré cela, on ne peut éviter les pertes d'acide carbonique pendant le bouchage.

Si l'on a soin de refroidir préalablement le vin on peut le charger d'une quantité suffisante d'acide carbonique sous une pression bien plus faible, ce qui permet d'employer des machines plus simples.

Ainsi, un litre de vin contenant 8 pour 100 d'alcool peut dissoudre les volumes suivants d'acide carbonique;

A 15°.	1 litre 176 de CO^2
A 0°..	1 — 796 —
A — 6°..	2 — 319 —

Avec une pression de 1 atmosphère et une température de — 6° on peut donc faire absorber $2 \times 2{,}319 = 4^{l}{,}638$ d'acide carbonique à un litre de vin, ce qui est bien suffisant pour avoir une pression de 5 atmosphères à 15° et une forte mousse.

On ajoute la liqueur au vin, on brasse bien, puis on filtre si cela est nécessaire, avant de porter le vin dans l'appareil.

L'acide carbonique est produit avec l'acide sulfurique et le bicarbonate de soude et le gaz est lavé dans un petit tonneau avant de passer dans le gazomètre.

L'acide carbonique pris dans le gazomètre est refoulé dans le vin à l'aide d'une pompe (1).

(1) Aujourd'hui, l'emploi de l'acide carbonique liquide est d'un usage plus commode.

Le récipient qui renferme le vin est entouré d'une cuve contenant un mélange de glace et de sel pour amener la température du vin à — 6 degrés. Pendant le refroidissement on a soin de remuer le vin avec l'agitateur dont l'appareil est garni afin d'empêcher la formation des glaçons.

Plus le vin est alcoolique et plus on peut abaisser la température mais il n'est pas prudent de descendre au-dessous de — 6 degrés parce que le liquide pourrait se prendre en masse.

Au bout de quelques heures la température voulue est obtenue et on peut charger le vin. Quand la pression du gaz dans l'espace vide qui est au-dessus du vin est de une atmosphère, on procède au remplissage et au bouchage des bouteilles.

L'appareil Carpené, construit sur ce principe, donne de bons résultats.

En employant les deux procédés que nous venons de décrire, on peut obtenir partout des vins mousseux. Si l'on fait usage de bons vins blancs, on peut faire des vins mousseux excellents, soit qu'on les charge d'acide carbonique au moyen d'une fermentation lente dans les bouteilles, soit qu'on les gazéifie artificiellement.

En Algérie, on produit déjà des vins mousseux de bonne qualité qui sont très estimés.

Ces vins mousseux à bon marché ne sauraient prétendre à remplacer les vrais champagne, mais ils semblent avoir un débouché de plus en plus étendu, leur clientèle étant beaucoup plus considérable que celle des champagne d'origine.

BIBLIOGRAPHIE

MARTINAND. — Manuel de la vinification. Paris, 1893.

J. DUGAST. — Etat actuel de la vinification en Algérie et en Tunisie. *Revue générale des sciences*, 1895.

— La température des fermentations en Algérie. *Annales de la science agronomique*, 1895.

Von Babo et E. Mach. — Kellerwirtshschaft. Berlin, 1885.
A. Fonseca. — Fabbricazione dei vini rosati. Barletta, 1894.
Salleron et L. Mathieu. — Etudes sur les vins mousseux. Paris, 1895.
Bouffard et Semichon. — Nouveaux procédés de vinification. *Revue de viticulture*, 1898.
Semichon. — Le traitement de la vendange et des marcs en vinification. *Revue de viticulture*, 1899.
Muntz et Rousseaux. — Etudes sur la vinification et la réfrigération des moûts. *Annales de la science agronomique*, 1896.
Roos. — L'industrie vinicole méridionale. Montpellier, 1898.
Rougier. — Manuel pratique de vinification. Montpellier, 1895.

CHAPITRE XIII

Utilisation des sous-produits de l'industrie vinicole.

Ces sous-produits sont les marcs sortants du pressoir, les tartres et les lies. Ils représentent une valeur considérable dont les viticulteurs doivent s'efforcer de tirer le meilleur parti possible.

MARCS

D'abord, il y a lieu de distinguer entre les marcs de vin rouge et les marcs de vin blanc.

Marcs de vin rouge. — Ces marcs renferment comme nous avons déjà vu au moins 50 pour 100 de vin. Il faut donc les épuiser ou tout au moins leur enlever l'alcool qu'ils contiennent.

Jusqu'à présent on a utilisé les marcs fermentés de diverses manières qui sont les suivantes :

1° Pour la fabrication des piquettes ;

2° Pour la distillation.

Les eaux-de-vie obtenues par la distillation directe des marcs possèdent toujours un goût *sui generis,* goût de marc plus ou moins prononcé et ont une valeur bien inférieure à celle des eaux-de-vie de vin.

Ce goût est dû à des huiles essentielles et à des alcools supérieurs qu'on peut en partie éliminer en em-

ployant des appareils de distillation plus perfectionnés, munis de *déflegmateurs* ou de *rectificateurs*. Dans ce cas, on obtient facilement des produits ayant un titre alcoolique plus élevé.

Pour éviter que le marc soit en contact avec la paroi recevant directement l'action du feu, on le place dans un panier intérieur où on le chauffe par un jet de vapeur. On n'a pas ainsi à redouter le goût de brûlé.

Malgré ces divers perfectionnements apportés dans la distillation des marcs fermentés, ce n'est pas une opération à conseiller aux viticulteurs.

Les alcools de marcs, recherchés dans l'Est, en Suisse, en Autriche-Hongrie, etc., n'ont qu'un débouché restreint que la production locale suffit généralement à alimenter.

A notre avis, la seule utilisation rationnelle et pratique des marcs consiste à en extraire le vin qu'ils renferment et à fabriquer de bonnes piquettes que l'on pourra distiller ensuite si l'opération est avantageuse.

FABRICATION DES PIQUETTES.

Il ne s'agit plus comme autrefois de faire des piquettes avec beaucoup d'eau, trouvant seulement leur utilisation dans l'alimentation du personnel ou dans la distillation, mais d'extraire du marc un vin ayant, à bien peu de chose près, la même composition que le vin de presse déjà obtenu.

Dans ces conditions, il est clair que si la vinification a été bien conduite, que si les marcs sont sains, on pourra sans inconvénient mélanger ce *vin de déplacement* au vin de cuve et au vin de presse.

Le mélange des piquettes obtenues par les anciens errements avec le vin qui se pratique déjà sur une vaste échelle par le commerce serait supprimé.

Après avoir successivement essayé la macération,

l'arrosage ou l'aspersion, qui donnaient des piquettes plus ou moins faibles et laissaient le marc incomplètement épuisé, on est arrivé à laver méthodiquement les marcs.

C'est ce procédé de lavage méthodique ou mieux de déplacement méthodique qui a ensuite été appliqué aux marcs fermentés simplement égouttés et à la vendange fraîche, avec les modifications nécessitées par les conditions particulières que nous avons déjà étudiées.

Voici en quoi consiste ce procédé que nous avons déjà décrit à propos de l'épuisement des marcs pour remplacer les pressoirs, mais que nous croyons utile de répéter encore ici, tant ce système d'épuisement par diffusion et déplacement nous paraît d'un emploi général.

Dans le cellier, on installe 6 cuves communiquant entre elles de bas en haut (fig. 51).

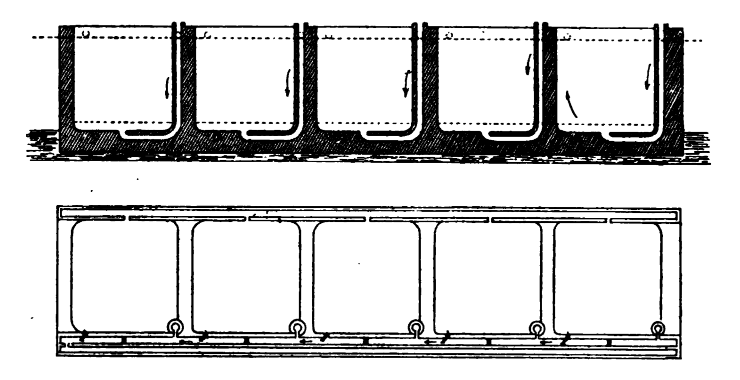


Fig. 51. — Fabrication des piquettes par déplacement.

Cinq de ces cuves forment la batterie en exercice, la sixième étant destinée à être remplie de marc pendant que la cuve n° 1 est épuisée.

A l'intérieur de chaque cuve sont placées deux claies, l'une en bas, l'autre en haut, destinées à maintenir le marc.

Ces cuves ont des dimensions plus ou moins fortes suivant l'importance de la récolte à traiter.

Les marcs sortant du pressoir sont soigneusement émiettés et disposés dans les cuves par couches régulières sans les tasser aucunement.

L'eau qui arrive par le bas de la cuve n° 1 et qui, théoriquement, devrait pousser le vin devant elle à la manière d'un piston remplissant toutes les cavités, se mélange à lui dans une certaine proportion, comme nous avons déjà vu.

Mais la zone de mélange ne s'étend que sur une certaine hauteur, de sorte qu'on peut toujours recueillir du vin à peu près pur en queue de batterie.

Du reste, il est aisé de se rendre compte qu'en multipliant le nombre des cuves, même en admettant le mélange complet on peut obtenir à la sortie du vin sensiblement pur.

Supposons un marc ayant fourni un vin contenant 10 pour 100 d'alcool et placé dans notre batterie de cinq cuves.

Nous faisons arriver l'eau lentement sous la cuve n° 1 de manière que la vitesse ascensionnelle soit inférieure à $0^{m},50$ à l'heure afin de ne pas noyer le marc. La première cuve se déverse dans la seconde, celle-ci dans la troisième et ainsi de suite.

Si chaque cuve contient 500 kilogrammes de marc renfermant 50 pour 100 de vin, soit environ 250 litres par cuve, lorsque nous aurons fait arriver 250 litres d'eau sous la première cuve, le liquide des cuves aura la composition suivante :

	CUVE N° 1	N° 2	N° 3	N° 4	N° 5
	—	—	—	—	—
Alcool o/o.. . . .	5,00	7,50	8,75	9,37	9,70

En pratique, le liquide qui sort de la première cuve pour entrer dans la seconde est déjà à un degré supé-

rieur à la moitié de celui du vin, de sorte qu'on obtient du vin sensiblement pur à la sortie de la cuve n° 5.

On met la cuve n° 1 hors la circulation dès que le liquide qui s'en écoule pour passer dans la cuve n° 2 est tombé à moins de 1 degré d'alcool.

C'est à ce moment qu'on fait arriver l'eau sous la cuve n° 2 et que la cuve n° 6 chargée de marc frais devient la cuve n° 5. Pendant cette nouvelle opération on vide et recharge la cuve n° 1 destinée à devenir la cuve n° 5 pendant la troisième opération.

Avec cette marche continue on arrive rapidement à épuiser les marcs de presque tout le vin qu'ils renferment et à produire non plus des piquettes plus ou moins défectueuses, mais un vin presque aussi riche que celui qui imprégnait le marc et d'un usage beaucoup plus général.

MARCS DE VINS BLANCS

Les marcs de vins blancs contiennent comme la vendange fraîche un jus sucré plus dense que l'eau, il faut donc les épuiser de la même manière, en faisant circuler le liquide de haut en bas, dans une batterie de cuves analogue à celle décrite pour la vendange fraîche.

On arrête l'arrivée de l'eau sur la cuve de tête quand le liquide qui s'écoule par le bas ne contient plus que des traces de sucre.

Le liquide sucré recueilli à la sortie de le cuve de queue est envoyé dans un récipient et abandonné à la fermentation.

Suivant sa qualité, il est ensuite utilisé pour des coupages ou livré à la distillation.

Les marcs de vins blancs pressés sont plus difficiles à traiter que les marcs fermentés, parce que les diverses parties qui sont aplaties et collées sur les autres se prêtent moins bien à la diffusion et au déplacement.

Dans tous les cas, il faut bien se garder de les faire fermenter directement pour en retirer ensuite des piquettes ou les distiller.

Les fermentations qui s'établissent dans ces marcs sont complexes et, dans l'un et l'autre cas, le résultat serait mauvais.

Les marcs épuisés par la fabrication des piquettes contiennent encore la plupart des principes nutritifs puisés dans le sol et peuvent être utilisés comme *aliment* pour le bétail ou comme engrais pour les plantes. Ils sont épuisés davantage en potasse.

D'après M. Müntz la composition des marcs à l'état naturel, c'est-à-dire contenant environ les 2/3 de leur poids d'eau, serait comprise dans les limites suivantes:

EAU 0/0	MATIÈRES AZOTÉES 0/0	MATIÈRES GRASSES 0/0	EXTRACTIFS NON AZOTÉS
—	—	—	—
50-60	4-5	1-2	15-22

Azote..	0,70-0,80
Acide phosphorique.	0,20-0,30
Potasse.	0,30-0,60

Au point de vue alimentaire, ce sont les pellicules qui contiennent la plus grande partie des principes nutritifs. Les matières grasses sont renfermées principalement dans les pépins.

La valeur alimentaire du marc est donc égale à environ la moitié de celle d'un foin de bonne qualité. On peut le donner aux chevaux, aux bœufs et surtout aux moutons.

Il est bien entendu que le marc ne doit entrer que pour une certaine proportion dans la ration.

Pour obtenir la conservation des marcs jusqu'au moment de leur consommation, on les tasse fortement dans des silos, après leur avoir ajouté 2 ou 3 pour 100 de sel, de manière à remplacer les substances sapides

enlevées par le lavage et relever leur saveur, et aussi pour aider à leur conservation. L'ensilage s'effectue avec les précautions usitées en pareil cas.

Le marc ensilé peut fournir un appoint important à l'alimentation dans les années où les ressources fourragères ordinaires font défaut.

Envisagés comme engrais, les marcs ont à peu près la composition du fumier de ferme. On les mélange au fumier, sur le tas. Leur passage au fumier neutralise leur acidité et régularise leur décomposition.

On obtient ainsi un engrais excellent donnant une grande quantité d'humus (1).

TARTRES

C'est surtout dans les pays de grande production, nécessitant des foudres ou des amphores pour le logement du vin, que l'on peut profiter du tartre incrusté sur les parois des douelles ou sur le ciment.

Pour les raisons que nous indiquerons en parlant des lies, les cristaux de tartre se déposent et s'attachent sur la surface rugueuse du bois.

Dans les cuves en maçonnerie hydraulique, en fer et ciment, avec ou sans revêtement de carreaux de verre, le tartre adhère difficilement aux parois et tombe en grande partie dans les lies qui représentent toujours une richesse relativement élevée.

La solubilité de la crème de tartre diminue lorsque la teneur du liquide en alcool augmente et croît avec la température. Ainsi, un litre de moût à 10 degrés peut dissoudre $3^{gr},7$ de bitartrate, tandis qu'à 30 degrés il peut en dissoudre environ 10 grammes. Ce moût trans-

(1) Il convient encore de signaler l'utilisation des marcs pour la fabrication du *verdet* (acétates divers de cuivre).

formé en un vin 10°,5 pour 100 d'alcool ne pourra plus en tenir en solution, à ces mêmes températures, que 2gr,2 et 4gr,5 de crème de tartre.

Ces chiffres ne sont pas, du reste, constants et varient un peu avec la composition du vin. L'acide malique augmente la solubilité de la crème de tartre, tandis que l'acide tartrique libre la diminue.

A côté du bitartrate de potasse, on trouve toujours une certaine proportion de tartrate de chaux. Cette proportion, qui souvent est assez faible et ne dépasse guère 10 pour 100, peut cependant, quelquefois, devenir importante. Le tartrate de chaux est en quantité notable dans les tartres déposés par les vins qui proviennent des raisins récoltés en terrains calcaires, mais il est surtout abondant dans les tartres fournis par les vins plâtrés.

Le tartre brut renferme diverses impuretés : de la matière colorante, des débris organiques, des débris de bois, etc. La proportion de tartre peut être évaluée en moyenne à 0kgr,2 ou 0kgr,3 par hectolitre de vin.

Nous verrons que la composition de lies est très variable, celle des tartres ne l'est pas moins. Sur quelques centaines d'échantillons que nous avons eus à examiner, nous avons constaté des variations allant de 45 à 74 pour 100 d'acide tartrique, correspondant à 56 et 93 pour 100 de bitartrate de potasse.

Anciennement, on ne détartrait les foudres qu'au bout de plusieurs années, quand le dépôt avait pris une certaine épaisseur; mais aujourd'hui on tend à renouveler plus souvent cette opération.

Des hommes armés de raclettes entrent dans les foudres pour en détacher la couche du tartre. Quelquefois l'adhérence est telle qu'il faut, avec un instrument particulier, tapoter les parois pour enlever le dépôt. Cette opération porte le nom de piquage.

Dans les petits tonneaux, dans les barriques, etc., où on ne peut pénétrer pour faire ce raclage, le tartre

s'accumule sur les douelles et forme une couche séparative entre le vin et le bois. Chaque année, quand on rince ces futailles à l'eau bouillante, une partie du tartre est enlevée. Il serait utile de recueillir ces eaux pour en extraire le tartre.

Il nous reste à indiquer les moyens pour apprécier la valeur des tartres et les conditions dans lesquelles devrait se faire la vente.

Le procédé de *cristallisation,* dit aussi *à la casserole,* qui sert encore souvent aujourd'hui pour déterminer la valeur des tartres bruts, est défectueux et devrait être complètement abandonné. La quantité de bitartrate qui reste dans les eaux-mères de la cristallisation est variable, les impuretés entraînées et mélangées avec les cristaux sont quelquefois en quantité notable; l'acide tartriqne combiné à la chaux n'est pas compté, la majeure partie du tartrate de chaux restant insoluble dans l'eau bouillante. Si l'on se sert d'eau plus ou moins chargée de sels calcaires, une partie de l'acide tartrique combiné à la potasse, sous forme de bitartrate devient insoluble et reste dans le résidu.

Les tartres ont une valeur proportionnelle à la quantité d'acide tartrique qu'ils renferment. La première condition équitable des transactions, tant pour les industriels que pour les viticulteurs, est donc la vente au *degré réel d'acide tartrique,* dans le tartre qui fait l'objet d'un marché. Ce degré est déterminé par le procédé basé sur la séparation de l'acide tartrique total et son dosage sous forme de bitartrate de potasse.

Pour ces diverses raisons, les viticulteurs doivent insister pour que les contrats de vente, pour les tartres aussi bien que pour les lies, soient désormais établis sur ce principe. C'est le seul moyen de ne léser aucune des deux parties.

Ce procédé ne peut être appliqué que dans un laboratoire, mais les viticulteurs peuvent déterminer eux-mêmes approximativement leur richesse en acide

tartrique, comme nous l'indiquerons en parlant des lies, ce qui leur permettra, en attendant l'analyse de la station agronomique la plus voisine, de juger la valeur des offres faites par les marchands.

LIES

Le dépôt boueux rassemblé au fond du tonneau, sous la couche de vin limpide, constitue ce qu'on appelle la lie.

La lie est formée par le bitartrate de potasse (crème de tartre) et le tartrate de chaux, qui se précipitent par suite de l'augmentation de richesse alcoolique du liquide et de son refroidissement, par les impuretés tenues en suspension dans le moût (vin blanc) ou dans le vin au moment du décuvage (vin rouge), et surtout par les cellules de levures et autres ferments qui tombent au fond d'autant plus vite que le liquide est moins dense.

Ces résidus doivent d'abord être traités pour en retirer la plus grande partie du vin ou de l'alcool. On peut procéder de trois manières pour atteindre ce but :

1° On peut entonner les lies dans des fûts et les laisser au repos.

Avec le temps, les matières les plus lourdes tombent au fond et on peut décanter le liquide clair qui surnage. Ces décantations se font d'une manière successive et de haut en bas par des robinets placés à différentes hauteurs ;

2° On peut filtrer les lies dans des filtres ordinaires ou mieux dans des filtres-presses. On peut encore les ensacher dans des sacs en toile forte et les placer sous le pressoir ; mais cette opération doit être faite avec certaines précautions pour éviter la rupture des sacs ;

3° On peut les distiller. L'eau-de-vie ainsi obtenue contient en mélange avec l'alcool ordinaire des alcools supérieurs, des éthers et des huiles essentielles. Cette

eau-de-vie est quelquefois employée pour donner aux alcools de grains le goût d'eau-de-vie de marc recherché par les consommateurs de certains pays.

Quel que soit le système employé, on obtient toujours deux produits :

1° Du vin ou de l'eau-de-vie qu'il faut conserver à part ; 2° un produit concentré, plus ou moins épais, qui constitue la lie proprement dite et dont il faut tirer parti.

Les lies sont quelquefois vendues à l'état frais aux négociants qui ont des séchoirs pour les débarrasser du liquide qui les imprègne ; mais il est préférable, quand on le peut, de les dessécher soi-même.

La proportion de lie sèche peut être évaluée en moyenne à 10 pour 100 du vin.

La valeur commerciale des lies est proportionnelle à la quantité d'acide tartrique qu'elles renferment. Cette teneur est très variable.

La quantité de bitartrate contenue dans le moût varie chaque année pour un même cépage, selon les conditions climatériques qui ont présidé au développement et à la maturité des raisins.

Elle varie également avec la nature de cépage (voir à ce sujet les belles recherches de MM. Aimé Girard et Lindet, publiées dans le Bulletin du ministère de l'agriculture), les régions, etc. Le mode de vinification et les conditions de la conservation du vin influent également sur la composition des lies.

Après la fermentation, si l'abaissement de la température est progressif, si les phénomènes chimiques qui se produisent dans le vin en vieillissant sont lents, les premiers cristaux de bitartrate de potasse qui apparaissent très adhérents sur la surface interne des foudres ou des tonneaux jouent le rôle de centres de cristallisation, grossissent aux dépens du bitartrate en solution et arrivent ainsi parfois à un volume considérable. Dans ce cas, les lies restent pauvres. Si, au contraire, ces

divers phénomènes se manifestent brusquement, le bitartrate affecte la forme de fins cristaux, qui tombent comme du sable dans les lies.

Sur quelques centaines d'échantillons de lies de vin que nous avons eus à examiner, nous avons vu la teneur en acide tartrique varier entre 8 et 35 pour 100 pour les lies sèches, le plus grand nombre restant cependant compris entre 15 et 30 pour 100.

Quand les lies sont pauvres, on peut les brûler pour en faire des cendres et en retirer le carbonate de potasse formé ou mieux encore les épuiser pour en extraire le bitartrate de potasse. Les lies ainsi épuisées, ne contenant plus de composés tartriques, renferment encore une certaine proportion d'azote et peuvent avec avantage être employées comme engrais.

La valeur de l'unité de crème de tartre étant toujours notablement plus élevée dans les tartres que dans les lies, les viticulteurs ont même avantage à retirer eux-mêmes, sous forme de tartre brut, le tartre de leurs lies.

Il n'y a, pour cela, qu'à appliquer en grand le procédé de la cristallisation ou à la casserole.

Voici comment il faut procéder :

On commence par déterminer la teneur de la lie à traiter en crème de tartre, en employant le procédé que nous indiquons plus loin. Cela fait, dans une chaudière de capacité connue, on introduit une quantité de lie telle qu'on ait à peu près 8 kilogrammes de tartre par hectolitre d'eau.

Avec une lie à 24 pour 100 de tartre, il faudra 33 kilogrammes de lie par hectolitre d'eau.

On porte à l'ébullition et on brasse bien toute la masse ; après un quart d'heure, on arrête le feu et on laisse déposer pendant 10 à 15 minutes. On soutire le liquide clair dans un cuvier ou dans un tonneau défoncé et on laisse refroidir.

Par le refroidissement, le tartre se précipite et il ne

reste plus qu'à décanter l'eau pour recueillir le tartre. Cette eau qui contient encore environ un demi-kilogramme de tartre peut resservir encore 4 ou 5 fois au même traitement, de sorte que la perte en crème de tartre est finalement très réduite.

Les résidus restés au fond de la chaudière contenant encore la majeure partie des éléments fertilisants, sauf la potasse, sont portés au fumier.

En France, les sous-produits du vin (lies et tartres) présentent une valeur considérable qu'on peut évaluer à plus de vingt millions par an.

De ce qui précède, il résulte que, pour assurer la loyauté des transactions commerciales, il est indispensable d'avoir recours à l'examen chimique de ces produits pour en déterminer la richesse en acide tartrique.

Mais, au préalable, les viticulteurs peuvent se renseigner d'une manière approximative sur la proportion de bitartrate contenue dans leurs produits en employant le procédé suivant : on prend 5 grammes de lie broyée et on les fait bouillir cinq minutes avec 200 centimètres cubes d'eau environ, puis on neutralise exactement avec une solution alcaline de soude ou de potasse titrée. Il est facile ensuite de calculer la richesse de la lie ainsi examinée.

En employant la liqueur alcaline que nous avons déjà utilisée pour mesurer l'acidité des moûts, liqueur dont chaque centimètre cube est exactement saturé par $0^{gr},05$ d'acide tartrique, on obtient directement la richesse pour 100 en acide tartrique.

Exemple : on a versé 20 centimètres cubes de solution alcaline pour arriver à la saturation, cela veut dire que la lie examinée contient 20 pour 100 d'acide tartrique non saturé à l'état de bitartrate de potasse, ce qui correspond à 50,12 pour 100 de crème de tartre, 1 d'acide tartrique correspondant à 2,506 de crème de tartre.

L'essentiel est de faire un bon échantillonnage de la matière (lie ou tartre) à examiner.

Cette méthode donne des résultats généralement trop élevés parce que les lies renferment toujours des acides organiques autres que l'acide tartrique, acides acétique, malique, tanin, etc..., et ne saurait servir de base pour un marché, mais elle fournit des renseignements approximatifs utiles à connaître.

---

brûler 5 grammes de soufre par hectolitre et on les bonde. On recommence le méchage tous les deux ou trois mois, de manière à maintenir une atmosphère d'acide sulfureux dans leur intérieur. Avec ces quelques soins on n'a jamais de futailles altérées et elles sont exemptes de germes de maladies.

L'acide sulfureux produit par la combustion des mèches soufrées est un puissant agent de conservation pour le vin et les futailles, mais il ne faut pas en abuser lors des soutirages, parce qu'on introduirait, avec le temps, dans le vin, une quantité d'acide sulfurique non négligeable.

Nous savons qu'un fût d'un hectolitre contient 21 litres d'oxygène (20,93), soit 30 grammes. Ces 30 grammes peuvent brûler un poids égal de soufre et donner par conséquent 60 grammes d'acide sulfureux.

Pour les soutirages, on mèche moins énergiquement, une partie de l'acide sulfureux produit s'oxyde immédiatement; une autre est chassée du fût lorsqu'on y introduit le vin, de sorte que la quantité qui reste est généralement bien inférieure à 10 grammes par hectolitre.

Pour les vins rouges, il faut ménager l'acide sulfureux, car d'après Nessler, déjà à la dose de 5 grammes par hectolitre, la matière colorante est altérée d'une manière sensible.

Sous l'influence de la fermentation insensible qui se produit encore dans le vin, de l'évaporation à travers les pores du bois et de l'imbibition de ce bois quand il s'agit d'un tonneau vide, le vin diminue de volume. Cette déperdition, variable avec l'âge du vin, la nature du tonneau et les conditions particulières que présente le cellier, donne une idée du volume d'air qui vient ainsi se mêler au vin dans un temps déterminé.

Il faut alors ajouter, tous les quinze jours, pendant la première année, et seulement tous les mois ensuite, une nouvelle quantité de liquide, de manière que le tonneau

reste constamment plein. Ce remplissage qui a pour but d'empêcher le développement de certains ferments, notamment du mycoderma vini (fleur de vin), porte le nom d'ouillage.

La perte à réparer par l'ouillage est d'autant moindre, toutes choses égales d'ailleurs, pour la même quantité de liquide, que le vin est logé dans des tonneaux de plus grandes dimensions.

CONSERVATION ET VIEILLISSEMENT DES VINS

Les vins bien constitués n'ont pas besoin, pour acquérir leur maximum de qualité, une limpidité parfaite, et être soustraits aux diverses maladies que nous étudierons plus loin, d'autres soins que ceux que nous venons de passer en revue, c'est-à-dire de soutirages effectués en temps opportun et d'ouillages répétés aussi souvent que cela est nécessaire.

Pendant ce temps, le vin vieillit, se perfectionne et atteint plus ou moins vite le maximum de qualités.

Dans les tonneaux de petites dimensions, le vin absorbe lentement, par petites quantités, l'oxygène qui lui est nécessaire pour son développement et sa *maturité*. Dans les grands foudres et dans les amphores, l'aération produite par les soutirages intervient presque seule.

On peut produire un vieillissement artificiel en faisant absorber brusquement, en quelques jours, une grande quantité d'oxygène, mais le vin prend alors un goût d'évent qui persiste longtemps. Pour être bienfaisante, la combustion des éléments oxydables du vin doit être lente.

Le vieillissement artificiel des vins par l'insolation en présence de l'air n'est pratiquable que pour certains vins de liqueur assez riches en alcool pour être protégés contre l'évolution des microbes.

En même temps que ce phénomène d'oxydation, il se

produit des changements importants dus à l'action réciproque des substances contenues dans le vin. Parmi ces phénomènes variés et complexes, il en est quelques-uns de particulièrement intéressants.

Il y a dans le vin des alcools et des acides qui réagissent les uns sur les autres et forment des éthers. Ces éthers jouent un rôle important dans les modifications de propriétés et les variations de qualité que les vins éprouvent avec le temps.

Il résulte des observations faites sur ce sujet par M. Berthelot que l'éthérification tend vers un certain équilibre qui dépend seulement des quantités relatives d'acide, d'alcool et d'eau en présence, mais qui est plus vite atteint sous l'influence d'une température élevée.

D'une manière générale, on peut dire que la quantité d'éther qui peut se former est proportionnelle au poids total des acides contenus le vin, l'alcool étant toujours en quantité notablement supérieure.

L'acidité des vins va donc en diminuant du fait de la formation des éthers.

D'autres changements se manifestent dans la composition du vin : le bitartrate de potasse et le tartrate de chaux se précipitent de plus en plus; les acides libres et la matière colorante sont oxydés.

Cette oxydation a pour conséquence d'affaiblir la couleur des vins rouges et d'augmenter celle des vins blancs qui devient plus jaune et plus foncée.

La maturité et le vieillissement des vins sont donc le résultat de l'action combinée de l'air et de ses éléments les uns sur les autres, et on peut dire que le maximum de qualités d'un vin correspond à un certain équilibre qui est sous la dépendance des manipulations et du mode de conservation qu'on lui fait subir.

La lumière et la chaleur favorisent au plus haut degré les oxydations et les réactions chimiques qui se produisent dans le vin et contribuent à avancer l'époque de sa maturité d'abord, et sa décrépitude ensuite.

Dans les pays chauds, en Algérie par exemple, les vins atteignent rapidement toutes leurs perfections et on est obligé de les mettre relativement jeunes en bouteilles pour éviter qu'ils s'usent prématurément.

Si les vins des régions tempérées peuvent être facilement conservés deux ans et plus dans des tonneaux, ceux des pays chauds ne doivent pas y rester plus d'un an après la récolte. A partir de ce moment, il est bon de les soustraire complètement à toute influence extérieure en les logeant dans des récipients imperméables, à l'abri de la lumière.

Malgré cela, grâce à la température élevée, les modifications qui se produisent sont marquées, rapides et le vin n'a pas la finesse qu'il aurait pu avoir s'il avait été conservé dans d'autres conditions.

D'une manière générale, les vins des contrées méridionales sont précoces et doivent être vendus jeunes. Si on les conserve, il faut surveiller attentivement leur degré de maturité et ne pas attendre qu'elle soit dépassée pour les mettre en bouteilles.

CHAPITRE XV

Défauts des vins.

Les défauts des vins sont naturels quand ils résultent d'une composition anormale de la vendange et accidentels quand ils sont communiqués au vin par une futaille de mauvaise qualité ou un objet quelconque en contact avec lui.

Ces défauts sont les suivants : âpreté, verdeur, vin plat, vin salé, vin sulfaté, vin sucré, vin trouble, brunissement, goût de fût, goût de moisi, etc......

On prévient l'âpreté, qui est due à un excès de tanin, par l'égrappage ou le cuvage rapide. Le collage corrige aussi cette imperfection.

Si le vin est destiné à n'être livré à la consommation qu'au bout de plusieurs années, ce défaut s'atténue naturellement.

VERDEUR. — AMÉLIORATION DES VINS ACIDES

Les vins acides sont ceux qui présentent une saveur acide exagérée, due à un excès des composés acides du moût ou à des acides formés postérieurement à la fermentation par les ferments de maladies. Dans le premier cas, on dit que les vins sont *verts* et, dans le second cas, on dit qu'ils sont *aigres*.

La verdeur s'atténue, en général, avec le temps, l'acidité diminuant par suite de la précipitation de la crème de tartre, de l'éthérification et de l'oxydation partielles des acides libres. Il n'y a donc qu'à laisser vieillir les vins verts pour les voir s'adoucir.

Si l'on veut les mettre immédiatement en consommation, il faut les couper avec un vin mou, c'est-à-dire manquant d'acidité, ou encore les soumettre à l'action du froid pour amener la précipitation de la plus grande partie de la crème de tartre.

En ce qui concerne les vins aigres, on a préconisé divers procédés pour les améliorer. Tous ces procédés ont pour but de neutraliser une partie de l'acidité totale du vin afin de la ramener à un taux normal.

C'est ainsi qu'on a proposé l'emploi du tartrate neutre de potasse, du carbonate de potasse, du carbonate de chaux, etc...

Il suffit d'examiner le mécanisme d'action de ces diverses substances sur le vin pour montrer que c'est toujours avec une extrême prudence qu'il faudra les employer. A faibles doses elles sont souvent inefficaces; à doses plus élevées, elles transforment le vin en une mixture imbuvable.

L'acidité des vins est constituée, d'une part, par les corps acides qui se trouvent dans le moût (bitartrate de potasse, acide tartrique, acide malique, acides tanniques, etc...), et, d'autre part, par les acides développés par la fermentation alcoolique et les fermentations secondaires (acide succinique, acide acétique, acide lactique, etc...), puisqu'il s'agit ici de vins plus ou moins avariés.

Si, par l'emploi de substances chimiques, nous pouvions agir d'une manière exclusive sur l'un des éléments de l'acidité du vin, sur celui qui est en excès, le problème serait facile à résoudre.

Le phénomène est, en réalité, très complexe, car tous les éléments acides du vin participent à la réaction dans des proportions variables avec les conditions de

l'expérience, de manière à constituer un nouvel équilibre chimique.

Ainsi, l'emploi du tartrate neutre de potasse, qui est basé sur la propriété qu'il possède, en présence des acides libres, de se transformer en bitartrate insoluble, élimine une grande partie de l'acide tartrique libre, mais laisse dans le vin des sels de potasse solubles, à saveur salée (malate, acétate, succinate), qui modifient la sapidité du vin. De plus, si l'acidité totale est élevée, ce procédé devient onéreux.

Avec le carbonate de potasse ou la potasse caustique, recommandés pour les vins piqués, on a les mêmes inconvénients.

La désacidification partielle de vins bien fermentés, limpides, mais contenant 2 grammes et plus d'acides volatils par litre apportés par le chapeau, a toujours laissé une saveur désagréable au liquide.

D'autre part, nous avons préparé des vins artificiels avec des quantités déterminées de bitartrate de potasse, d'acide tartrique, d'acide succinique, d'acide acétique, etc..., et nous avons pu voir qu'en ajoutant à ces vins la quantité de potasse nécessaire pour saturer complètement l'acide acétique, la saveur spéciale à cet acide n'était pas beaucoup diminuée. Du reste, si on dose l'acide acétique dans ces vins par la méthode de la distillation dans un courant de vapeur d'eau, on retrouve sensiblement le taux primitif, soit qu'une fraction minime de cet acide ait été saturée, soit que l'acétate de potasse ait été décomposé pendant l'ébullition.

L'action des sels de chaux est encore plus compliquée. Ils transforment l'acide tartrique en tartrate de chaux peu soluble, le bitartrate en tartrate de chaux et tartrate neutre de potasse.

$$C^2H^4 < \begin{matrix} CO^2H \\ CO^2H \end{matrix} > O^2 + CO^3Ca$$

$$= C^2H^4 < \begin{matrix} CO^2 \\ CO^2 \end{matrix} > CaO^2 + CO^2 = H^2O$$

$$2\left(C^2H^4<^{CO^2K}_{CO^2H}>O^2\right)+CO^3Ca$$

$$=C^2H^4<^{CO^2}_{CO^2}>CaO^2+C^2H^4<^{CO^2K}_{CO^2K}>O^2+CO^2+H^2O$$

De plus, pour les raisons indiquées précédemment, il se forme également une certaine proportion de sels calciques solubles, à saveur terreuse, avec les autres acides libres du vin. Le tartrate neutre formé est à son tour décomposé en bitartrate et en sels de potasse solubles.

Il ressort clairement de cet examen rapide que l'emploi de substances chimiques pour désacidifier les vins n'est pas à conseiller, parce qu'on risque souvent de les gâter au lieu de les améliorer.

Si l'excès d'acidité est dû aux acides volatils et si on a affaire à un vin de prix, on peut employer la distillation dans le vide, à une température ne dépassant guère 40°. Dans le premier tiers on recueille à peu près tout l'alcool : dans la moitié qui passe ensuite, la plus grande partie des acides volatils est entraînée.

Il suffit alors de réunir le produit de la première distillation au résidu (1/6) et d'ajouter un égal volume d'eau pour avoir un vin renfermant les mêmes éléments que le vin primitif moins les acides volatils.

Les vins piqués peuvent être transformés en vinaigre.

Dans tous les autres cas, nous croyons que le meilleur parti à prendre pour utiliser ces vins avariés consiste à les distiller.

Vin plat. — Ce défaut est le contraire du précédent, il provient du manque d'acidité.

C'est pour le prévenir que nous avons conseillé l'acidification des vendanges qui n'ont pas l'acidité voulue.

On corrige un vin plat en le coupant avec un vin vert.

On peut encore ajouter au vin de l'acide tartrique et un peu de tanin, mais on lui donne en même temps de la dureté.

Vin salé. — C'est un défaut inhérent à la nature du sol de certaines régions. Les vignes plantées en terrains salés peuvent produire des vins contenant une proportion anormale de chlorure de sodium.

M. Bonjean a fait des recherches sur ce sujet et a publié quelques résultats probants. Nous avons eu nous-mêmes à examiner à maintes reprises des vins renfermant de 1 à 2 grammes de sel par litre.

Les vignes atteintes par le salant dépérissent et meurent plus ou moins rapidement, suivant les conditions météorologiques, ce qui empêche la production des vins salés de s'accroître.

Les vignes plantées en terrain salé peuvent donc produire du vin renfermant naturellement une proportion de chlorure de sodium supérieure à celle admise généralement. La proportion est surtout élevée dans les vignes dépérissantes.

Dans les années sèches, les liquides du sol sont plus concentrés ; la vigne absorbe plus de sel et les vins sont salés au maximum. Il est de même pour les vendanges tardives.

Dans tous les cas, ces vins salés ne sauraient être objet de poursuite pour falsifications, mais il est nécessaire de prendre certaines précautions pour que la fraude ne puisse pas s'exercer à la faveur de la tolérance accordée aux viticulteurs des régions salées.

Vins sulfatés. — Quand le salant renferme des sulfates en quantité suffisante, ils peuvent, dans une certaine mesure, surtout si le calcaire fait défaut, être absorbés par les racines et venir, comme les chlorures s'emmagasiner dans le jus de raisin.

Certains vins naturels peuvent donc renfermer une proportion d'acide sulfurique voisine de celle représentant 1 gramme de sulfate de potasse par litre. Les vins sulfatés sont bien plus rares que les vins salés et leur teneur maximum en sulfate de potasse est inférieure à la limite légale.

Quant aux vins salés à l'excès, il faut les couper avec d'autres pour les ramener à la dose de sel légal. Actuellement, c'est le seul procédé de désalage pratique. Ce moyen est à la portée de la plupart des viticulteurs des régions salées, les parties du vignoble produisant des vins sursalés étant généralement en faible proportion. Cependant, chez certains propriétaires, les taches salées sont assez étendues pour donner à l'ensemble du vin une teneur en chlorure de sodium supérieure à celle tolérée par la loi.

Vins sucrés. — Ce défaut est le résultat d'une fermentation incomplète et pour le faire disparaître il convient de faire refermenter le vin.

Voici comment on procède : dans deux litres de vin environ, on fait dissoudre 500 grammes de sucre et on chauffe à 30° ; on verse alors une certaine quantité de levure pure qu'on a soin de bien mélanger au liquide et on abandonne le tout dans une pièce où la température atteint au moins 20°.

Dès que la fermentation est établie, on verse ce levain dans le tonneau qui contient le vin à traiter ; on brasse le mélange, la fermentation se continue dans toute la masse et le sucre indécomposé se transforme en alcool.

Le pied de cuve que nous venons d'indiquer convient pour traiter un hectolitre de vin ; pour des quantités plus considérables, on emploie des poids proportionnels.

Vin trouble. — Le trouble du vin est dû à des causes multiples que nous avons déjà examinées. C'est toujours l'indice d'un travail physiologique ou chimique qui s'opère dans le liquide et modifie sa constitution. Il faut, par un examen microscopique, en déterminer la cause et donner les soins qui conviennent.

Brunissement. — Il arrive quelquefois que des vins blancs, incolores et parfaitement limpides lorsqu'ils sont en tonneau ou en bouteilles, se troublent, prennent

une couleur plombée qui passe au brun et au noir lorsqu'on les met au contact de l'air et contractent un goût spécial désagréable.

Cette altération présente beaucoup d'analogie avec la casse des vins rouges.

En effet, il paraît établi que la coloration des vins blancs est due le plus souvent à un ferment soluble ayant la propriété d'oxyder certains principes du vin.

Ce ferment soluble préexiste-t-il dans les raisins mûrs dans certaines conditions, ou bien est-il produit par les levures fonctionnant dans des conditions défectueuses, ou bien encore est-il sécrété par les bactéries qui se développent quelquefois en grand nombre? C'est ce qui n'est pas encore parfaitement élucidé.

Mais, dans certains cas, le changement de coloration est dû à l'oxydation des sels ferreux, qui, à l'air, seuls ou avec le concours d'une diastase, se transforment en composés ferriques qui sont ensuite précipités par le tanin.

En ce qui concerne les remèdes, il y a lieu d'employer, suivant les cas, le chauffage, l'acide sulfureux ou l'acide tartrique pour prévenir la maladie. Quand celle-ci est déclarée, il faut fortement aérer le vin de manière à précipiter complètement les matières oxydables. On procède ensuite au collage du liquide trouble, après avoir ajouté préalablement, vingt-quatre heures à l'avance, 10 ou 15 grammes de tanin par hectolitre.

Goût de fût, de moisi, etc. — Ces défauts résultent toujours du mauvais entretien des futailles. Quand les tonneaux sont mal nettoyés et qu'ils restent dans un endroit humide, ils prennent une odeur désagréable due à l'altération du bois ou à des dépôts restés dans la barrique. Ces altérations sont souvent aggravées par le développement de nombreuses moisissures.

Ces tonneaux communiquent au vin un goût très désagréable qu'il est difficile de lui enlever. Aussitôt que l'on s'aperçoit de l'accident, il faut transvaser le

vin dans une barrique propre et essayer d'enlever le goût avec de l'huile d'olive. On verse dans le tonneau un demi-litre d'huile par hectolitre de vin et on agite fortement dans tous les sens; au bout d'un certain temps, l'huile vient à la surface en emportant avec elle le mauvais goût du vin. Par un soutirage, on sépare le vin de la couche d'huile. Quelques propriétaires à qui j'avais indiqué l'emploi de la farine de moutarde à la dose de 40 grammes par hectolitre, ont obtenu de bons résultats. Mais il arrive souvent que le mauvais goût ne disparaît pas entièrement par ce traitement; il faut alors essayer le repassage sur le marc à la prochaine vendange ou bien distiller le vin. Il est bien plus facile de prévenir ces accidents que de les faire disparaître. Il suffit, pour cela, avant de mettre du vin dans un tonneau, de s'assurer qu'il n'a contracté aucune mauvaise odeur.

L'odorat permet de se renseigner sur ce point et avec un peu d'habitude, en mettant le nez à la bonde, on arrive facilement à reconnaître la nature du goût du tonneau. Toutes les futailles ayant un mauvais goût, même très léger, doivent être rejetées et mises de côté pour être traitées comme nous le verrons plus loin.

Les personnes peu au courant des manipulations du cellier peuvent faire un essai préalable en mettant quelques litres de vin dans une futaille suspecte. Le vin est introduit après avoir été légèrement chauffé à 30 ou 40° et on roule la barrique pour mettre en contact le liquide avec les fonds et les parois. Après vingt-quatre heures, on tire le vin et on le déguste; s'il ne présente aucun goût particulier, le fût peut être employé sans crainte.

CHAPITRE XVI

Maladies des vins.

FLEUR DU VIN

Les maladies proprement dites des vins sont des altérations dues au développement d'êtres microscopiques. C'est à Pasteur et à ses élèves que nous devons de savoir que ces altérations sont corrélatives du développement et de la vie de certains ferments. C'est encore à lui que nous sommes redevables de la plupart des moyens qu'on peut employer pour les prévenir ou les guérir.

Ces maladies sont les suivantes : Fleur du vin, acescence, pousse, tourne, graisse, amertume, mannite, et enfin la casse que l'on peut ranger aussi dans cette catégorie.

Fleur du vin. — Les pellicules blanchâtres que l'on rencontre quelquefois à la surface du vin sont formées par une multitude de cellules ovales de 6 à 7 millièmes de millimètre de longueur, auxquelles on a donné le nom de mycoderma vini.

Ce mycoderme, dont les germes sont universellement répandus, se développe spontanément sur le vin exposé au contact de l'air et vit aux dépens de l'alcool qu'il brûle en le transformant en eau et en acide carbonique. Il peut également vivre aux dépens du sucre et

des matières extractives ; c'est pourquoi il se développe surtout sur les vins jeunes, non encore dépouillés.

Dans tous les cas, si son action est prolongée, il rend le vin plat et lui communique le goût d'évent.

Le traitement de cette maladie consiste à supprimer les causes qui la déterminent, c'est-à-dire à éviter le contact de l'air à la surface du vin.

En ouillant souvent comme nous l'avons recommandé et en tenant les tonneaux pleins et bien bouchés, on prévient la fleur.

Quand elle existe, il faut la faire sortir en faisant dégorger le liquide et en ayant soin de détacher avec le doigt celle qui adhère aux parois du tonneau, dans le voisinage de la bonde.

Dans les tonneaux en vidange, on évite le développement de la fleur en faisant brûler des mèches soufrées dans le vide situé au-dessus du liquide.



Fig. 52. — Mycoderma vini (fleur de vin).

Le mycoderma vini consommant tout l'oxygène qui pénètre à la surface du vin empêche par conséquent, dans une certaine mesure, son oxydation et son vieillissement.

Si le mycoderma vini est peu redoutable pour lui-même, il est cependant à éliminer avec soin, parce qu'il prépare le terrain pour le développement de son congénère, le mycoderma acéti, qui, comme nous le verrons en parlant de la fabrication du vinaigre, préfère les vins peu alcooliques et pauvres en matières extractives.

Il y a donc avec le temps, lorsque les conditions de milieu sont devenues favorables, substitution progressive du mycoderma vini, par le mycoderma acéti.

ASCESCENCE

Cette maladie du vin est produite par le mycoderma acéti, que nous allons étudier en parlant du vinaigre. Il se développe lorsque la température du cellier est suffisamment élevée, de préférence sur les vins peu riches en extrait sec. C'est pourquoi les vins blancs sont plus facilement envahis.

Il est beaucoup plus simple de prévenir l'acétification que de la guérir. On arrive à ce résultat en tenant le chapeau immergé pendant la fermentation, et après le décuvage, en ouillant souvent pour éviter le contact de l'air à la surface du vin.

Le soufrage des tonneaux, en faisant disparaître l'oxygène et en laissant dans le vin un principe oxydable qui consomme les premières portions d'oxygène qui pourraient y pénétrer à nouveau, empêche le développement du mycoderma acéti. Dans les tonneaux en vidange, l'immunité conférée par le soufrage diminue peu à peu, au fur et à mesure que l'acide sulfureux disparaît de la partie vide du tonneau, et il est utile, toutes les fois qu'on tire un certain volume de vin, de faire brûler une petite mèche.

Quand on s'aperçoit que le vin d'un tonneau commence à piquer, il faut immédiatement le soutirer, à l'abri de l'air, dans un tonneau bien méché, ou le chauffer ainsi que nous l'indiquons à la fin de cette étude sur les maladies des vins.

Comme nous l'avons vu en parlant de l'amélioration des vins acides, il est très difficile d'enlever le goût d'aigre au vin. Si l'acétification est déjà avancée, c'est-à-dire si le vin contient plus de 1 gramme d'acide

acétique par litre, il est bien préférable de le convertir en vinaigre ou de le vendre pour cette fabrication. On peut encore le distiller.

VINAIGRE DE VIN

Le vin, ainsi qu'on le sait, peut, sous certaines influences, s'altérer en s'acétifiant.

Si la transformation de l'alcool en acide acétique est complète, on a alors affaire à un nouveau produit : c'est le vinaigre.

Le vinaigre de vin contient donc tous les éléments du vin, moins la plus grande partie de l'alcool qui a été remplacée par l'acide acétique.

Ce sont ces éléments qui donnent au vinaigre de vin la saveur et le parfum qui le distinguent des vinaigres artificiels.

La transformation de l'alcool en acide acétique est faite par un ferment, le mycoderma acéti, qui se présente sous forme de chapelets d'articles étranglés en leur milieu et ayant un diamètre d'environ 1,5 millièmes de millimètre. Quand la fermentation acétique marche bien, tous ces chapelets finissent par se rejoindre et former un voile uniforme, d'aspect velouté. Ce voile se ride en vieillissant.

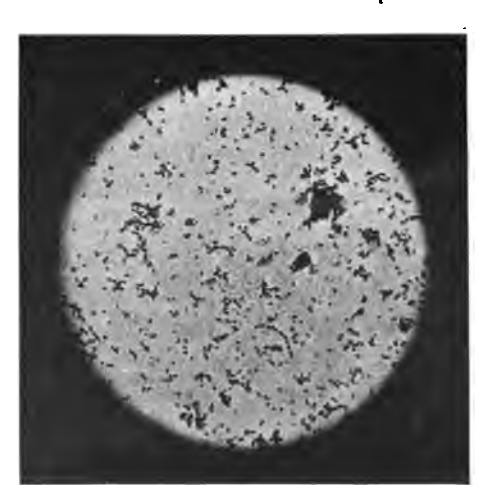


Fig. 53. — Bacillus aceti (ascescence).

La fonction de ce mycoderme est de porter l'oxygène de l'air sur l'alcool pour le brûler et le transformer en acide acétique et en eau.

Indépendamment de l'acide acétique, il se forme aussi, comme l'a montré M. Duclaux, des homologues supérieurs (acide valérianique et caproïque) et des éthers.

Un degré d'alcool évalué en volume devrait donner à peu près un degré d'acide acétique évalué en poids, mais il y a des pertes et on obtient généralement un peu moins.

Pour que le mycoderma acéti se développe bien, il faut un liquide contenant au moins 2 pour 100 d'acide acétique. C'est pour cela qu'il faut acidifier fortement le vin à transformer en vinaigre.

D'autre part, c'est dans les vins contenant moins de 10 pour 100 d'alcool que la fermentation se fait le plus facilement. Mais si le vin dose moins de 8 pour 100 d'alcool on a un vinaigre faible. Il faut donc, autant que possible, ramener le vin à transformer en vinaigre à un titre alcoolique compris entre 8 et 9 pour 100.

Pour fabriquer le vinaigre on peut employer indifféremment le vin rouge et le vin blanc. On peut également, comme nous l'avons indiqué, se servir des vins altérés, notamment de ceux qui ont contracté l'acescence, etc.

En abandonnant au contact de l'air, dans une pièce chaude, un mélange de vin et de vinaigre, on obtient presque toujours un ensemencement spontané, par les poussières de l'air, la mouche du vinaigre, etc., mais il est préférable de faire un ensemencement direct.

On prend un tonneau dont la capacité doit être en rapport avec la quantité de vin aigre que l'on veut obtenir et on le place dans un pièce dans laquelle la température reste aussi égale que possible et comprise entre 20 et 25°. On introduit alors dans le tonneau un mélange de deux volumes de vin pour un de vinaigre, le tout filtré et parfaitement limpide pour éviter que le

mycoderma acéti se développe sous forme de masse mucilagineuse plus ou moins immergée, au lieu de former le voile indiqué plus haut.

On procède alors à l'ensemencement, en allant prendre sur une mère qui marche bien, au moyen d'une spatule de bois, un peu de voile, qu'on porte sur le liquide à mettre en train.

Les tonneaux pour la fabrication du vinaigre sont percés de trois ouvertures : la première, placée à la partie inférieure du fond du tonneau, est destinée à recevoir le robinet ; la deuxième se trouve à la partie supérieure du fond et est seulement garnie d'une toile pour laisser pénétrer l'air et empêcher les insectes de s'introduire ; enfin la bonde ordinaire munie d'un entonnoir en verre dont la douille est reliée par un tube de caoutchouc à un tube de verre assez long pour descendre jusqu'à la moitié de l'épaisseur du liquide, afin de permettre l'introduction du vin sans déchirer le voile formé par le mycoderma acéti.

Tous les dix ou quinze jours, suivant les conditions du milieu, avant que l'alcool soit intégralement disparu, et pour éviter l'oxydation des éthers ou la combustion d'une partie de l'acide acétique (quand le mycoderma acéti n'a plus d'alcool à sa disposition, il brûle l'acide acétique en le transformant en eau et en acide carbonique), on soutire un tiers du vinaigre et on le remplace par une égale quantité de vin.

Pour juger si la fermentation marche bien, on introduit la main par le trou d'air et on tâte avec le doigt la paroi verticale au niveau du liquide.

Si on sent une couche gélatineuse, la fabrication est normale. Cette couche est formée par des milliers d'anguillules qui ont besoin d'oxygène pour vivre et qui, lorsque le voile de mycoderma acéti est continu, sont obligées de grimper le long des parois pour échapper à l'asphyxie.

Nous pourrions donner la description des procédés

pour la fabrication industrielle du vinaigre, mais ce serait sortir du cadre de cet article.

Rappelons seulement qu'on se sert de copeaux de hêtre obtenus avec le rabot, bien lavés et immergés préalablement dans du vinaigre, pour augmenter les surfaces acétifiantes.

On a conseillé aussi de se servir du marc placé dans des tonneaux munis d'un double fond pour hâter l'acétification (vinaigre de marc).

Signalons enfin le procédé Pasteur, plus simple, plus sûr et plus rationnel, qui consiste à étaler en couche mince de 20 à 25 centimètres d'épaisseur, dans des cuves plates, le mélange (deux de vin pour un de vinaigre) à acétifier et à l'ensemencer avec du mycoderma jeune.

Le vinaigre, une fois fabriqué, doit être conservé dans un local frais.

LA POUSSE DU VIN

Les vins rouges, comme les vins blancs, sont sujets à une maladie qui apparaît d'ordinaire au printemps, quand la température des celliers s'élève. Lorsque cette maladie se produit dans un tonneau bien bondé, le vin peut suinter à travers les joints des douves et les fonds se bomber sous l'influence de la pression qu'ils supportent. Si on débonde la barrique le vin jaillit avec force. De là, le nom de la maladie, la pousse.

Versé dans un verre, le vin laisse apercevoir une couronne de petites bulles gazeuses et si on l'agite, on y voit des ondes soyeuses se déplacer et se mouvoir en divers sens.

Exposé à l'air, la couleur se fonce et le trouble primitif s'accentue. La saveur, plus ou moins fade, s'accuse de plus en plus.

Si on examine le vin au microscope, on voit que les

ondes soyeuses sont formées par des filaments d'une extrême ténuité, ayant souvent moins de 1 millième de millimètre de diamètre et de longueurs variables.

D'un autre côté, si on analyse comparativement un vin sain et un vin malade, on constate dans ce dernier : d'une part, une augmentation dans la proportion des acides volatils et des cendres, et, d'autre part, une diminution du taux de bitartrate de potasse. C'est ainsi que les tonneaux où cette maladie apparaît sont plus ou moins détartrés.

Pasteur d'abord, M. Duclaux ensuite, ont montré que les acides volatils étaient constitués par un mélange d'acide carbonique, d'acide acétique et d'acide propionique.

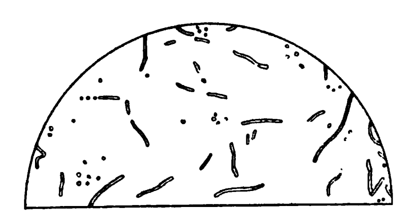


Fig. 54. — Maladie de la pousse.

Le ferment de la pousse consiste à leur ajouter une quantité de crème de tartre suffisante pour ramener celle du vin à un taux normal et à les chauffer; ensuite, on laisse reposer dans un tonneau bien propre et méché, et au bout de quelques jours, on tire au clair dans une autre futaille.

LA TOURNE

Certains vins, quand on les expose à l'air pendant quelques heures, deviennent peu à peu troubles et s'irisent à la surface ; la matière colorante semble s'oxyder rapidement, elle passe du rouge au bleu violacé et finit par se déposer sous forme d'un précipité sale, tandis que le liquide surnageant garde une teinte jaunâtre, un goût acidulé et légèrement amer.

Cette maladie étant caractérisée par un changement de couleur, on lui a donné le nom de tourne. Elle

s'observe surtout dans les vins obtenus avec de la vendange gâtée.

L'examen chimique prouve que, dans ces vins, le tanin et le tartre sont en partie disparus et à leur place on trouve de l'acide acétique, de l'acide lactique, et un homologue inférieur de l'acide malique, l'acide tartronique.

Le microbe qui produit cette altération se présente en longs filaments rappelant ceux qu'on observe dans la maladie de la pousse. Contrairement à ce qui a lieu pour les vins poussés, l'acidité due aux acides fixes reste stationnaire dans les vins tournés.

Il semble, du reste, que ces maladies n'ont pas la spécificité qu'on leur avait d'abord attribuée. Suivant le milieu, les microbes peuvent présenter des variations de formes et des différences fonctionnelles importantes. D'autre part, des microbes peuvent produire des altérations différentes, tout en ayant des caractères morphologiques semblables, à une certaine période de leur évolution.

La conception simpliste d'une relation constante entre une maladie déterminée et un microbe caractéristique ne peut plus être envisagée d'une manière aussi étroite.

Nous avons eu maintes fois l'occasion d'examiner des vins renfermant 4 à 5 grammes d'acides volatils (exprimés en acide acétique) par litre, et moins de 1 gramme de bitartrate de potasse. Dans ces vins, on apercevait des bâtonnets ténus et courts.



Fig. 55. — Maladie de la tourne.

La guérison de la maladie s'obtient en ajoutant au vin malade du tanin et du bitartrate de potasse pour en ramener la proportion à un taux normal. On chauffe

ensuite le vin et on le soutire dans un tonneau bien méché. On peut aussi le couper avec un vin vert, après le chauffage.

LA GRAISSE

La graisse est une maladie particulière aux vins blancs peu alcooliques et peu chargés de tanin. Le vin commence par se troubler, par devenir nuageux et prend une consistance visqueuse. Quand on le soutire, il file et coule sans bruit comme de l'huile ; agité vivement, il dégage beaucoup d'acide carbonique et devient un peu plus fluide, mais peu de temps après il reprend son état visqueux.

Examinés au microscope, les vins gras ou filants présentent des petits chapelets de globules sphériques dont le diamètre est voisin de 1 millième de millimètre, empâtés dans une masse mucilagineuse qui donne au vin son caractère filant. En agitant le vin, on rompt les adhésions mutuelles et on augmente sa fluidité.

Il est probable que la substance atteinte dans le vin est une matière sucrée ou gommeuse. Sur ce point, on manque de renseignements précis, ainsi que sur la nature des produits qui en résultent en dehors de l'acide carbonique.

Le microbe des vins gras se développant difficilement en présence du tanin et rarement dans les vins contenant plus de 10 pour 100 d'alcool, le remède est tout indiqué. Il est facile d'augmenter la teneur des vins blancs en tanin en laissant quelques heures les raisins écrasés au contact de la grappe ou en mélangeant le vin de presse avec le vin de goutte et d'élever le degré alcoolique par le sucrage ou le vinage.

Voilà pour les moyens préventifs. Quant au moyen curatif, il consiste à ajouter 8 à 10 grammes de tanin par hectolitre et à soutirer à l'air en divisant le plus possible le liquide.

On obtient ce résultat en laissant tomber le vin d'une certaine hauteur sur une tôle perforée disposée convenablement. On fait ensuite un collage et on tire au clair après repos, dans un tonneau soufré.

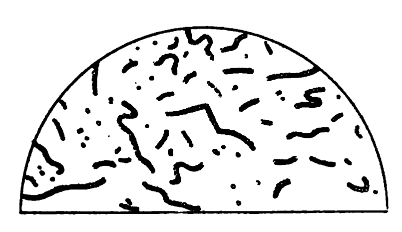


Fig. 56. — Maladie de la graisse.

Quand la maladie se développe dans du vin mis en bouteilles, elle peut quelquefois disparaître, spontanément, comme nous avons eu l'occasion de l'observer. Il se forme un dépôt au fond des bouteilles et le vin redevient clair et limpide.

L'AMERTUME

Cette maladie qui sévit souvent sur les grands vins de Bourgogne est caractérisée par une amertume plus ou moins sensible. Au début du mal, le vin présente une odeur particulière, un goût fade et une couleur moins vive. Les vignerons disent que le vin doucine. La saveur amère ne tarde pas à apparaître, accompagnée tout d'abord d'un petit goût piquant, dû à la présence de l'acide carbonique. Puis le vin se dépouille, vire au jaune, laisse flotter un dépôt plus ou moins volumineux, formé surtout de matière colorante et n'est bientôt plus buvable.

Examiné au microscope, le dépôt d'un vin où l'amertume commence à se déclarer présente des filaments très ténus, d'aspect raide et immobiles, dont le diamètre est voisin de un millième de millimètre et la longueur de 4 à 5. Ces filaments sont divisés en articles plus ou moins courts et souvent enchevêtrés les uns dans les autres. Cet aspect ne persiste pas longtemps à cause de la matière colorante qui se dépose sur les filaments et en recouvrant d'une couche rougeâtre plus ou

moins épaisse et les réunissant entre eux de manière à les faire ressembler à des faisceaux de branches mortes.

La matière colorante se dépose tantôt en masses amorphes, tantôt en plaques adhérentes au verre de la bouteille.

On trouve moins de glycérine et de sucre dans les vins amers que dans les vins sains et une acidité totale plus élevée. Les acides volatils formés sont, d'après M. Duclaux, l'acide acétique et l'acide butyrique.


Fig. 57. — Maladie de l'amertume.

Aussitôt que les premiers symptômes de la maladie commencent à se manifester, il faut arrêter son développement par le chauffage. C'est le seul moyen qui doit être employé pour les vins en bouteilles. Pour les vins en tonneaux, si on ne peut pas les pasteuriser, il faut essayer d'enrayer la maladie en soutirant dans un tonneau bien méché et faire un collage.

On tire ensuite au clair dans une futaille bien propre et soufrée.

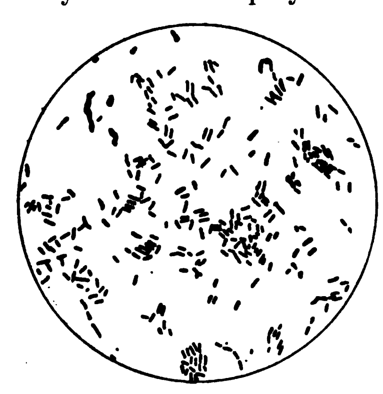
MANNITE

La caractéristique des vins mannités est de présenter une saveur aigre-douce. Ces vins renferment généralement un excès de sucre et une acidité totale élevée. L'altération mannitique se manifeste pendant la fermentation et tend à s'accuser de plus en plus tant qu'il reste du sucre dans le vin. C'est en effet le sucre qui est attaqué et transformé en mannite, en acide lactique et en acide acétique. Le ferment qui préside à cette

transformation spéciale du sucre a été isolé par MM. Gayon et Dubourg. Ce sont des bâtonnets très courts, immobiles et se groupant souvent en masses. La lévulose subit plus facilement la fermentation mannitique que le glucose. C'est l'inverse qui se produit pour la fermentation alcoolique. Cette constatation a une certaine importance pour les pays chauds où les moûts de raisins renferment souvent plus de lévulose que de glucose.

L'acidité initiale du moût gêne le développement du ferment mannitique, tandis que l'élévation de la température le favorise.

D'une manière générale, les conditions qui favorisent la fermentation alcoolique sont nuisibles à la fermentation mannitique. Il en résulte que, pour éviter autant que possible la maladie des vins mannités, il faut s'efforcer de faire travailler la levure du vin dans les meilleures conditions possibles, de manière à lui conserver toute son activité jusqu'à la fin de la fermentation. On y arrive en employant de la vendange présentant un degré d'acidité suffisant, soit en cueillant les raisins au moment voulu, soit en ajoutant de l'acide tartrique si les raisins manquent d'acidité ; et en maintenant la température de la cuve en fermentation toujours au-dessous de 36 degrés.


Fig. 58. — Ferment mannitique.

En résumé, il est facile de prévenir cette maladie en se plaçant dans les conditions d'une bonne vinification et en évitant avec soin les causes qui pourraient entraver le développement de la levure. Lorsque le vin sort de la cuve encore doux, tout en présentant une dose d'acide anormale, et souillé

de mannite, il faut le pasteuriser et l'ensemencer avec de la levure pure pour achever la transformation du sucre.

CASSE

Les symptômes de la casse sont caractéristiques : au sortir du tonneau, le vin est brillant, limpide, et sa coloration ne laisse rien à désirer, mais étalé à l'air, dans un verre, il se recouvre, après un temps plus ou moins long, d'une sorte de pellicule irrisée. En même temps le liquide louchit et laisse déposer un précipité pulvérulent et nôirâtre, le vin prend le goût d'évent et perd peu à peu ses caractères originels. C'est une sorte de vieillissement prématuré et rapide. Il y a en réalité plusieurs sortes de casses produites par des causes différentes.

La casse ordinaire paraît due à une diastase ayant la propriété, en présence de l'air, d'oxyder la matière colorante du vin et de la rendre insoluble. Cette diastase oxydante serait produite par les cellules mêmes du raisin ou élaborée par un champignon. D'après M. Martinaud, les vins qui se cassent présentent une teneur anormale en aldéhyde éthylique. Quoi qu'il en soit de son origine, cette substance jouit, comme toutes les diastases, de certaines propriétés communes avec les cellules vivantes. La chaleur et les antiseptiques arrêtent son action. C'est ainsi que M. Bouffard a été amené à préconiser le chauffage du vin à 60° ou l'emploi de l'acide sulfureux. Comme nous l'avons déjà vu, le chauffage est un remède excellent pour toutes les maladies, mais son emploi n'est pas toujours possible. Dans ce cas, on a recours à l'acide sulfureux à la dose de 4 à 8 grammes par hectolitre. S'il s'agit d'un foudre, on fait absorber de l'acide sulfureux au vin en refoulant avec une pompe le produit de la combustion de la quantité de soufre nécessaire.

La combustion du soufre se fait sous un tonneau défoncé. S'il s'agit d'un tonneau, on fait brûler le soufre à l'intérieur, en s'arrangeant ensuite de manière à faire absorber la totalité du gaz.

D'autres altérations présentent des caractères plus ou moins voisins de la casse proprement dite, mais elles paraissent produites par une oxydation directe. C'est ainsi que la casse bleue serait, d'après M. Lagatu, provoquée par l'oxydation d'un composé ferrugineux de la matière colorante. Dans ce cas le traitement consiste à ajouter 300 grammes d'acide tartrique par hectolitre de vin.

Le brunissement des vins blancs est un phénomène analogue à celui de la casse des vins rouges.

CHAPITRE XVII

Traitement des vins malades.

CHAUFFAGE

Nous avons vu, en passant en revue les diverses maladies du vin, que la chaleur en tuant les germes vivants, causes des maladies, le préservait de toute altération future. Des expériences méthodiques ont montré qu'il suffit d'un chauffage momentané à 60° pour supprimer tout être vivant existant dans le vin. Ce procédé de stérilisation du vin indiqué par Pasteur à la suite de ses admirables recherches sur les maladies des boissons fermentées, n'a pu entrer dans la pratique courante que lorsque l'outillage nécessaire a été suffisamment perfectionné pour conserver au vin soumis à cette opération toutes ses qualités.

M. Gayon, par de remarquables expériences, a remis en faveur la pasteurisation. Il a montré que les vins si parfumés et si délicats de la Gironde pouvaient impunément subir le chauffage en bouteilles, sans cesser pour cela de vieillir et de gagner en bouquet et en finesse avec le temps; que l'on peut enfin chauffer les vins au sortir de la cuve sans nuire à leur développement ultérieur.

En résumé, quand la pasteurisation est bien faite, elle n'altère ni le goût, ni la couleur du vin et ne

modifie pas sa composition chimique. C'est donc une opération qui ne présente que des avantages. Les conditions d'une bonne pasteurisation sont les suivantes :

1° Le vin à chauffer doit être limpide, afin d'éviter la redissolution des principes en suspension sous l'influence de la chaleur, ou leur dépôt sur les parois des tuyaux. Il faut donc filtrer le vin quand il est trouble.

2° Le vin ne doit pas se trouver en contact avec des surfaces portées à une température supérieure à 65° et la durée du chauffage ne doit être que de quelques secondes. Les températures des filets liquides pris au centre et à la périphérie doivent être voisines l'une de l'autre et la moyenne se rapprocher de 60° environ.

3° Le chauffage doit se faire en vase clos, à l'abri de l'air, pour que le vin conserve toute sa finesse et toutes ses qualités. Ce n'est que lorsqu'il a été ramené à sa température initiale qu'il peut subir le contact de l'air.

4° Le vin doit donc être refroidi dans l'appareil même et sortir à une température aussi voisine que possible de celle qu'il avait à l'entrée pour éviter les pertes d'alcool, l'altération de la couleur, etc...

5° Il faut enfin, pour ne pas perdre le bénéfice de la pasteurisation, éviter le réensemencement du liquide et par conséquent diriger le vin dans un fût propre, préalablement stérilisé par l'eau bouillante ou par un jet de vapeur.

D'après M. Hérisson, il faut une heure pour stériliser un foudre de 100 hectolitres et la température au milieu du foudre est de 85°, à la fin de l'opération.

Un pasteurisateur se compose essentiellement de deux canalisations, dans lesquelles le vin à traiter et celui qui a été chauffé circulent en sens inverse. Le vin qui entre froid est d'abord chauffé progressivement dans son parcours par le vin qui sort (deux tubes concentriques), puis passe dans le caléfacteur, sorte de caisse à eau chaude, où il prend la chaleur qui lui manque pour atteindre la température voulue. En sor-

tant, le vin chaud se refroidit au contact de celui qui rentre. Une fois le régime établi, l'appareil fonctionne régulièrement.

Dans ces conditions, il est clair que le vin qui sort est plus chaud que celui qui rentre; il l'est au moins de la température gagnée dans le réchauffeur. Si l'on veut obtenir l'égalité de température, il est nécessaire d'ajouter un élément de réfrigération.

Les appareils actuels peuvent être facilement démontés, visités et nettoyés ; leur conduite en est simple et le réglage de la température suffisant. Ils tendent à pénétrer de plus en plus dans les caves des négociants et dans les celliers des propriétaires, mais leur prix élevé est un obstacle à leur vulgarisation.

Les appareils montés sur roues conviennent surtout pour la pasteurisation à la propriété. Nous ajouterons que certains appareils peuvent également servir à stériliser le moût et qu'avec le changement d'un simple tuyau, on en fait d'excellents réfrigérants.

Au point de vue économique, le chauffage, pour des quantités un peu importantes, 3 à 4,000 hectolitres par an, peut revenir à 0 fr. 15 ou 0 fr. 20 par hectolitre.

Indépendamment de son action sur les microbes, le chauffage avance la maturité des vins qui ne sont pas encore faits ; il les fait vieillir un peu plus vite. Le chauffage rend aussi insolubles les matières azotées que nous avons vu se déposer peu à peu au fur et à mesure du vieillissement du vin et être éliminées ensuite par les soutirages. C'est ainsi que certains vins blancs restent louches après le chauffage; ce trouble persiste parfois longtemps.

Le chauffage des vins en bouteilles se fait d'une manière très simple, avec des bouteilles bien bouchées et ficelées, qu'on place dans un bain-marie porté à la température de 65°. On retire les bouteilles quand la température indiquée par un thermomètre placé dans une bouteille témoin est de 60°.

D'une manière générale, en ce qui concerne la température, lorsque toutes les conditions d'une bonne pasteurisation sont réalisées, nous pensons qu'on peut la porter jusqu'à 70° et même au delà, sans aucun inconvénient, sans aucun risque d'altération pour le vin, et obtenir ainsi une stérilisation plus parfaite.

COLLAGE

Les vins bien faits s'éclaircissent tout naturellement, ainsi que nous l'avons vu en parlant du soutirage, si on les laisse au repos un temps suffisant pour permettre aux matières en suspension de se déposer. Ces matières se déposent par ordre de densité, et il peut se présenter des cas où les particules sont assez ténues pour rester dans le liquide des semaines ou des mois avant de se déposer. Or, étant données les habitudes du commerce qui tend de plus en plus à acheter les vins peu après le décuvage, on n'a pas toujours le temps d'attendre la clarification spontanée.

D'autre part, on rencontre quelquefois des vins blancs qui demeurent très longtemps troubles et opalins. Si on les examine au microscope on n'y découvre cependant aucun élément figuré, mais le vin retient une substance gélatineuse de nature spéciale qu'on peut précipiter par l'addition d'une très petite quantité de tanin.

Pour hâter la clarification des vins ou a recours au collage ou au filtrage. Le collage est donc une opération que les viticulteurs doivent savoir exécuter.

Il existe un grand nombre de clarifiants, mais nous ne nous occuperons ici que de ceux qui sont coagulables en totalité ou en partie par les éléments du vin. Ces substances qui contiennent toutes un principe actif commun, la matière albuminoïde, sont les suivantes :

L'albumine des œufs, la colle de poisson, la gélatine,

le lait et le sang. Le mécanisme de l'action de ces diverses substances est le même. La colle, insolubilisée par le tanin que renferme le vin, se solidifie sous forme de flocons irréguliers qui se précipitent au fond du tonneau en entraînant avec eux toutes les particules solides que le vin tient en suspension. Une portion des particules est emprisonnée dans les flocons au moment de leur formation et le reste s'y agglutine pendant le mélange. Les quelques corpuscules qui auraient pu échapper au contact de la colle sont ramassés pendant la descente des flocons.

Le réseau à mailles serrées n'existe que dans les traités d'œnologie. Cependant avec la colle de poisson préparée à froid, on remarque des fragments du tissu qui, en se réunissant, forment une sorte de voile capable de balayer les impuretés. Les membranes cellulaires, en absorbant le tanin, deviennent plus lourdes et tombent au fond

Dans ce qui précède il résulte que, pour être efficace, le collage doit être suivi d'un brassage énergique de manière à mettre en contact les flocons de la colle avec les particules qui flottent dans le vin.

Pour atteindre ce résultat, on enlève une certaine quantité de vin du tonneau, on verse la colle et on agite vivement dans tous les sens avec un fouet pendant dix minutes. Le meilleur et le plus simple des fouets est un bâton de bois un peu coudé et fendu en quatre brins jusqu'à la moitié de sa longueur; les brins sont maintenus ouverts par des petits coins en bois.

On remet ensuite dans la barrique le vin extrait en donnant encore quelques coups de fouet.

Dès que le dépôt sera rassemblé au fond du tonneau, on procédera au soutirage.

La colle doit être complètement éliminée du vin, et cette élimination ne peut s'effectuer que si celui-ci contient une quantité suffisante de tanin pour insolubiliser la colle. Avec les vins rouges corsés cette quantité est

suffisante, mais avec les vins fins ou les vins blancs, il faut restituer la quantité de tanin fixé par la colle. Cette addition de tanin doit se faire 24 heures avant le collage ; mais il importe de n'en pas ajouter un excès.

Cela nous amène à rechercher combien il faut de tanin pour précipiter un gramme de colle. Cette quantité est variable avec les conditions de l'opération, avec la richesse du vin en alcool et en acidité, etc., mais, en moyenne, on peut admettre qu'un gramme de colle de poisson pure et sèche, ou de gélatine, est précipité par $0^{gr},8$ de tanin également pur et sec. De plus, on sait qu'il faut 5 grammes de blanc d'œuf pour égaler un gramme de gélatine et que le poids d'un blanc d'œuf est d'environ 4 grammes.

Le meilleur clarifiant pour les vins rouges est, sans contredit, le blanc d'œuf qui s'emploie de la manière suivante : on prend 2 ou 3 blancs d'œufs par hectolitre de vin à coller, on bat fortement de manière à déchirer les cellules dans lesquelles se trouve emprisonnée l'albumine, puis on mélange avec un litre de vin en continuant d'agiter et on verse le tout dans le vin que l'on veut clarifier.

La colle de poisson convient mieux pour les vins blancs, on sait que cette matière n'est autre chose que la vessie natatoire de l'esturgeon (Acipenser Huso).

Quand on clarifie avec la colle de poisson, voici comment il faut procéder : on prend 2 à 3 grammes d'ichtyocolle par hectolitre de vin à coller, qu'on coupe en fines lanières et qu'on fait macérer à froid dans un quart de litre de vin pendant 2 ou 3 jours. Après ce temps, on complète le volume à un litre, puis on bat vivement et on verse dans le vin à coller.

Quand on colle à la gélatine, on fait dissoudre 10 grammes de cette matière par hectolitre de vin à coller dans 250 centimètres cubes d'eau en chauffant doucement vers 40°, puis on ajoute trois quarts de litre de vin. Le mélange est battu et versé dans le vin à coller.

Le lait doit être exclusivement réservé pour le blanchiment des vins blancs nouveaux plus ou moins teintés. On l'emploie à la dose de un demi-litre par hectolitre de vin. Il faut l'employer immédiatement après la traite et écrémé si l'on a à sa disposition un moyen mécanique pour séparer la matière grasse.

L'emploi du sang n'est pas à recommander, car il offre de nombreux inconvénients. Comme on le voit, tous ces procédés sont plus ou moins empiriques et, sans analyse, il est impossible de fixer exactement la dose de colle. Si l'on veut opérer d'une manière rationnelle, le collage nécessite les déterminations suivantes :

1° Le dosage du tanin contenu dans le vin ;

2° La détermination de la quantité de tanin nécessaire pour coaguler — s'il y en a — les matières albuminoïdes du vin ;

3° La détermination expérimentale du rapport qui existe entre la colle et le tanin employés ainsi que leur degré de pureté.

FILTRAGE

Nous avons vu que le filtrage était un moyen employé concurremment avec le collage pour débarrasser complètement le vin de ses particules solides. Cette méthode de clarification convient également pour les résidus du soutirage.

Les filtres doivent pouvoir se monter, se nettoyer facilement et travailler à l'abri de l'air.

On a imaginé un grand nombre d'appareils pour filtrer les vins. Ils se distinguent entre eux par la nature et la disposition des éléments filtrants et par la pression sous laquelle ils fonctionnent.

Examinons le mécanisme de la filtration. Une paroi filtrante se compose d'une multitude de petits orifices

qui laissent passer le liquide et arrêtent les corps solides. Généralement le diamètre de ces orifices est assez grand (excepté dans les bougies) pour laisser passer les matières en suspension, au début de la filtration; mais les particules solides venant se butter et se coller sur la paroi, il arrive bientôt un moment où la dimension des orifices est assez réduite pour arrêter tous les corps solides et le liquide passe clair. C'est le début de la filtration qui correspond au maximum de débit. Le premier liquide recueilli est repassé à la filtration.

A partir de ce moment, les pores de la surface filtrante se bouchent de plus en plus et au bout de quelque temps le débit devient insuffisant, il faut nettoyer le tissu ou changer la matière filtrante.

La surface filtrante s'obstrue d'autant plus rapidement que les liquides à filtrer sont eux-mêmes plus chargés d'impuretés.

Pour éviter l'encrassement trop rapide des filtres, il serait bon d'opérer méthodiquement, en utilisant des surfaces filtrantes à orifices de plus en plus petites.

Quand les mailles du tissu ne sont pas assez serrées, on a recours à diverses substances (colle, etc.) pour obtenir une obstruction suffisante.

Pour hâter la filtration et vaincre la force d'adhésion des parois des orifices pour les molécules d'eau, on emploie la pression. Cette pression s'obtient par des moyens mécaniques ou simplement par une charge de liquide.

Lorsque la filtration est terminée, les tissus filtrants doivent être nettoyés avec soin et stérilisés.

Les divers filtres employés jusqu'à ce jour peuvent se ranger en trois catégories : 1° les filtres en tissu; 2° les filtres à pâte ; 3° les filtres en porcelaine dégourdie ou en porcelaine d'amiante.

Les filtres à manches sont essentiellement composés d'un sac en toile de coton très serrée, enfermé lui-

même dans un filet à mailles étroites. Ces sacs s'adaptent à des tubes fixés à la partie inférieure d'un récipient quelconque, supporté par un tonneau destiné à recueillir le vin qui s'échappe des manches.

Les filtres-presses employés en industrie sont également utilisés pour filtrer les vins avec certaines modifications (plateau en bois, robinetterie en étain, etc.).

Ces filtres se composent, comme on sait, d'une série de boîtes filtrantes constituées par un cadre sur lequel sont fixées deux plaques en tôle perforée. Ces plaques perforées sont revêtues d'une toile, au travers de laquelle se fait la filtration. C'est dans l'intervalle qui sépare deux boîtes consécutives qu'arrive le vin à filtrer par une canalisation spéciale.

Les filtres en toile d'amiante cousue de manière à former une sorte de sac présentant une série de disques maintenus par des anneaux.

Les filtres à pâte se composent en principe d'un récipient qui reçoit le liquide à filtrer et d'un vase intérieur en tôle perforée ou en toile métallique destiné à servir de support à la matière filtrante.

La matière filtrante est préparée et versée dans le vin du récipient extérieur, puis entraînée par le courant, elle vient se coller sur les parois de la toile métallique, et au bout de quelques instants, on a un feutrage qui ne laisse passer que du vin absolument limpide.

Quand le débit du filtre est jugé insuffisant, on arrête l'opération ; on détache la matière filtrante et on la remplace.

La matière filtrante est un composé de fibres de diverses natures.

M. Féraud, inventeur d'un filtre de ce genre, fabrique diverses sortes de matières filtrantes destinées à être employées pour les vins plus ou moins troubles et pour d'autres liquides.

Les bougies en porcelaine dégourdie ou en porcelaine d'amiante peuvent également être utilisées pour

la filtration des vins. Si la pâte employée pour fabriquer les bougies est assez fine, on obtient en même temps la stérilisation du liquide filtré. Mais le nettoyage et la stérilisation des bougies sont des opérations coûteuses et qui présentent certaines difficultés pour la pratique.

Depuis 1889, une filtrerie de ce système existe à Alger. Tel est l'état actuel de la filtration des vins; en l'absence d'essais comparatifs sérieux, il est difficile de recommander tel système plutôt que tel autre.

Comme le collage, le filtrage diminue la coloration et l'extrait sec du vin.

DÉSINFECTION ET ASSAINISSEMENT DES VASES VINAIRES

Nous avons vu qu'il suffisait de prendre quelques précautions extrêmement simples pour avoir toujours des tonneaux sains et en parfait état de conservation. Malheureusement, soit par ignorance ou insouciance, ces soins élémentaires d'entretien ne sont pas toujours donnés; les germes de maladies ou les moisissures envahissent alors les futailles et produisent leur infection et leur altération.

Au point de vue de leur action sur le vin, on peut diviser les altérations des tonneaux en deux grandes catégories :

1° Les tonneaux dont le bois est resté sain, mais qui sert de refuge à des germes de maladie. Ces fûts communiquent au vin la maladie dont ils renferment les germes;

2° Les tonneaux qui ont un mauvais goût, caractérisés par le développement de petits champignons (Racodium cellare; penicillium glaucum, etc.), et l'altération plus ou moins profonde du bois.

Dans le premier cas, on emploie la vapeur surchauffée toutes les fois qu'on a à sa disposition un générateur de vapeur capable de la produire sous pression.

Chez les petits viticulteurs, on se contente d'opérer deux rinçages successifs, l'un à l'eau bouillante et l'autre à l'eau froide. Immédiatement après on fait un fort méchage et on laisse en état pendant quelques jours.

Au moment d'employer le tonneau, il faut avoir soin de le laver à grande eau et de le mécher ensuite légèrement.

Quant aux fûts neufs, ils sont simplement passés à la vapeur ou rincés à l'eau bouillante, puis lavés à grande eau.

La pratique cependant assez répandue dans certaines régions d'utiliser les fûts neufs sans les laver pour bénéficier du principe odorant du bois ne nous semble pas recommandable.

Les tonneaux dont le bois est altéré ou moisi se reconnaissent facilement à l'odeur désagréable qu'on perçoit en les sentant par la bonde. Il faut y remédier aussitôt.

On lave d'abord le tonneau avec une dissolution bouillante de carbonate de soude ou de carbonate de potasse à 10 pour 100 (on emploie environ 5 litres par hectolitre), on ferme solidement la bonde et on laisse en contact pendant au moins une heure en agitant de temps en temps. On rince ensuite avec de l'eau contenant 10 pour 100 d'acide sulfurique et on lave avec plusieurs eaux jusqu'à ce que celles-ci ne soient plus acides. Ce procédé convient à toutes les futailles ayant un mauvais goût.

Quand l'altération du vase est très prononcée, quand le mycélium du champignon a pénétré plus profondément, il est indispensable, avant le traitement, de défoncer le tonneau, de racler les parties les plus atteintes et de brosser énergiquement avec une brosse en chiendent pour mettre le bois sain à nu.

D'autres recettes ont été préconisées, mais elles sont plus compliquées et moins commodes à employer.

L'une consiste à remplir le tonneau de chlore, en y introduisant le mélange suivant par hectolitre : sel marin 15 grammes; peroxyde de manganèse en poudre, 10 grammes ; acide sulfurique étendu d'eau, 25 grammes. On peut remplacer ce mélange par le suivant : 30 grammes de chlorure de chaux et 30 grammes d'acide sulfurique. Le chlorure de chaux est délayé dans 1 litre d'eau et l'acide sulfurique étendu dans 1 à 2 litres d'eau.

L'autre consiste à remplir le tonneau de vapeurs nitreuses (peroxyde d'azote) en introduisant par la bonde un vase de verre qu'on maintient suspendu au milieu du tonneau et qui renferme le mélange suivant, toujours par hectolitre : 15 grammes d'acide azotique, et 15 grammes de tournure de cuivre. Il se forme du bioxyde d'azote qui, en présence de l'air, se transforme immédiatement en vapeurs nitreuses.

Le chlore et le péroxyde d'azote agissant très énergiquement sur les tissus vivants, il faut avoir soin que le tonneau à traiter soit bien sec à l'intérieur, de le bonder soigneusement et de ne pas mettre le nez à la bonde.

Ensuite, il faut opérer un lavage avec la solution de carbonate de potasse ou de soude et rincer à l'eau fraîche jusqu'à ce qu'elle soit claire et neutre.

Quant au bisulfite de chaux, on l'emploie à la dose de 50 grammes par hectolitre en solution à 1 pour 100.

Enfin, quand les moisissures ont pénétré trop profondément, il vaut mieux renoncer à l'usage du tonneau ou essayer de le carboniser ou de le flamber.

Pour carboniser, on enlève un des fonds et on badigeonne l'intérieur avec une dissolution de gélatine ; ensuite, avec un soufflet, on projette de la poussière de soufre sur toutes les parois. On laise sécher, on replace provisoirement le fond et on allume le soufre.

CHAPITRE XVIII

Détermination de la valeur des vins.

L'appréciation de la qualité des vins s'obtient par leur *dégustation*.

La dégustation a pour mission de constater la coloration, la limpidité, le bouquet, la saveur, la finesse, etc. du vin, et de permettre de se rendre compte que sa constitution présente les garanties de solidité et de droiture nécessaires.

Mais il est clair que si cette appréciation organoleptique fait parfaitement connaître la qualité d'un vin, elle ne peut pas nous renseigner d'une manière précise sur sa constitution, notamment sur la proportion des éléments qui contribuent le plus à sa valeur.

Les ventes et achats au degré d'alcool se font d'ailleurs de plus en plus.

Il importe donc de pouvoir déterminer rapidement les trois éléments qui servent à caractériser les vins, c'est-à-dire l'*alcool*, l'*extrait sec* et l'*acidité* et de faire une analyse sommaire.

Il faut d'abord préparer un échantillon qui représente fidèlement l'ensemble du vin dont on veut connaître la composition. Si le vin est réparti dans un certain nombre de foudres, d'amphores ou de tonneaux, on prélève dans chaque récipient une quantité proportionnelle à sa capacité. Les différentes prises d'essai versées dans

un vase constituent l'échantillon moyen sur lequel devra porter l'analyse.

Alcool. — Diverses méthodes ont été proposées pour mesurer le degré alcoolique. Les méthodes les plus exactes demandent des précautions qui ne peuvent guère être prises que dans un laboratoire.

A notre avis, le seul procédé pratique à la portée de tous les viticulteurs consiste dans l'emploi des *ébullioscopes*.

Ces instruments, dont l'ébullioscope Malligand est le type, reposent tous sur le même principe, la différence de température d'ébullition de l'eau (100°) et de l'alcool (78,3).

Le vin étant considéré comme un mélange d'eau et d'alcool, il suffit de prendre son point d'ébullition pour avoir son titre alcoolique.

Une règle mobile sur laquelle se trouvent gravés les degrés alcooliques glisse parallèlement à la tige coudée du thermomètre.

Pour faire fonctionner l'instrument, on verse de l'eau dans la bouillotte jusqu'à un trait marqué intérieurement. On visse le couvercle et on place le réfrigérant préalablement rempli d'eau froide ; enfin on allume la lampe. Au bout de dix minutes, l'eau étant en pleine ébullition, on fait glisser la règle de façon à faire correspondre son zéro au point où s'est arrêté le mercure dans le tube thermométrique, et on la fixe solidement à l'aide de l'écrou. C'est le point d'eau, c'est-à-dire la température de l'ébullition de l'eau sous la pression barométrique du moment.

On démonte l'appareil, on jette l'eau, on lave la bouillotte avec le vin à titrer, puis on la remplit de nouveau avec le même vin jusqu'au trait supérieur. On visse le couvercle avec le réfrigérant rempli d'eau froide. Quand l'ébullition est bien prononcée et que la colonne mercurielle reste fixe, on lit le chiffre qui correspond au point où elle s'est arrêtée. C'est le degré alcoolique du vin.

M. L. Guérin, constructeur d'instruments de précision, à Alger, a apporté quelques modifications heureuses dans la construction de son ébullioscope. La règle est formée de deux réglettes réunies, l'une est graduée en *degrés Malligand* et l'autre en *degrés de l'alcoomètre légal.* De plus, ces deux réglettes possèdent une *vis micrométrique* qui permet d'amener exactement et sans secousses le zéro en face de l'extrémité de la colonne de mercure.

L'espace correspondant à un degré est divisé en 5 parties, ce qui permet d'apprécier facilement les 1/10 de degré.

Le thermomètre lui-même est divisé en 1/10 de degré, de 88 à 101 degrés.

Tous ceux qui ont à se servir de ces instruments réclamaient ces modifications depuis longtemps (1).

Extrait sec. — C'est l'ensemble des substances dissoutes dans le vin et non volatiles à la température de l'ébullition de l'eau. On conçoit qu'on peut approximativement déterminer le poids de l'extrait sec d'un vin quand on connaît son titre alcoolique et sa *densité,* puisque la densité est sous la dépendance de deux facteurs, l'alcool et l'extrait sec, dont un est connu.

Le poids d'un vin est égal à la somme des poids d'alcool, d'eau et d'extrait sec.

C'est ainsi que M. Houdart est parvenu à ramener la détermination de l'extrait sec dans les vins à une prise de *densité* avec un densimètre spécial appelé *œnobaromètre.*

Cet instrument est gradué de 1 à 16. Le nombre 1 correspond à la densité 0,987 et le nombre 16 à 1,002. Chaque accroissement de 1 degré correspond à une augmentation de 1 gramme dans le poids du litre de vin.

(1) Les autres modifications apportées par l'inventeur sont moins heureuses.

Voici comment on procède à la détermination de l'extrait sec avec ce procédé :

1° On prend le titre alcoolique ;

2° On prend avec l'œnobaromètre la densité du vin ;

3° On calcule l'extrait sec à l'aide de la relation suivante obtenue par M. Houdart :

$$P = \frac{1000C}{c - d}(D - D')$$

dans laquelle P représente l'extrait sec à 100', d la densité de l'eau à 0°, c la densité de l'extrait sec, D la densité du vin à + 15° et D' la densité d'un mélange d'eau et d'alcool au même titre et à la même température que le vin examiné.

En remplaçant c et d par leur valeur (M. Houdart a trouvé que la valeur moyenne de c était de 1,94) on obtient

$$P = 2062(D - D')$$

Pour éviter les calculs, M. Houdart a dressé deux tables que nous reproduisons ici.

Dans la première, indiquant l'augmentation ou la diminution de densité causées par la température, on ramène le degré œnobarométrique à + 15°.

Dans la seconde, on trouve, à l'intersection de la colonne indiquant le titre alcoolique et celle qui donne le degré œnobarométrique, le nombre qui exprime, en grammes et par litre, le poids de l'extrait sec du vin.

Pour tous les vins bien faits, ne renfermant pas plus de 2 à 3 grammes de sucre par litre, cette méthode donne des résultats comparables.

Le poids de l'extrait sec constitue l'une des données les plus intéressantes pour le viticulteur et pour le négociant.

Acidité totale. — L'acidité totale est utile à connaître concurremment avec l'alcool et l'extrait sec.

On opère comme nous l'avons dit pour le moût, on verse 50 centimètres cubes de vin dans un vase à fond plat de 150 centimètres cubes de capacité environ et on fait couler la liqueur alcaline.

Quand la saturation est obtenue, on lit sur la burette le nombre de centimètres cubes versés.

En employant, comme nous l'avons déjà indiqué, une liqueur alcaline dont chaque centimètre cube est exactement saturé par $0^{gr},05$ d'acide tartrique, on obtient directement l'acidité du vin en grammes et décigrammes d'acide tartrique par litre.

Soit par exemple $6^{cc},9$ cela veut dire que le vin renferme $6^{gr},9$ d'acidité totale par litre, en acide tartrique.

En France, l'acidité des vins s'exprime généralement en acide sulfurique (SO^4H^2). Pour transformer l'acidité exprimée en acide tartrique, en acidité exprimée en acide sulfurique il suffit de diviser le nombre obtenu par 1,53.

Dans l'exemple ci dessus, $\frac{6,9}{1,53} = 4,50$.

Dans les vins blancs, l'indice de la saturation est fourni par le tournesol ; dans les vins rouges, il est fourni par la matière colorante elle-même qui prend une teinte grise caractéristique.

On termine du reste l'opération en se servant de la méthode des *taches* sur un papier sensible de tournesol.

L'examen sommaire du moût et du vin tel que nous l'avons décrit dans ce livre comporte en tout quatre déterminations : une pour le moût, la mesure du sucre, deux pour le vin, le dosage de l'alcool et de l'extrait sec, et enfin la mesure de l'acidité qui est commune au deux.

Ces quatre déterminations, à la portée de beaucoup

TABLEAU INDIQUANT L'AUGMENTATION ET LA DIMINUTION DE DENSITÉ (EN GRAMMES) CAUSÉES PAR LA DIMINUTION OU L'AUGMENTATION DE LA TEMPÉRATURE AU-DESSOUS OU AU-DESSUS DE 15°.

CES QUANTITÉS DOIVENT ÊTRE RETRANCHÉES OU AJOUTÉES AUX CHIFFRES FOURNIS PAR L'ŒNOBAROMÈTRE

		FORCE ALCOOLIQUE DES LIQUIDES													
		5°	6°	7°	8°	9°	10°	11°	12°	13°	14°	15°	16°	17°	18°
…ATURE	5°	0,7	0,8	0,8	0,9	0,9	1,0	1,2	1,3	1,5	1,7	1,8	2,0	2,2	2,3
	6°	0,7	0,8	0,8	0,9	0,9	1,0	1,2	1,2	1,4	1,6	1,7	1,8	2,0	2,1
	7°	0,7	0,8	0,8	0,9	0,9	1,1	1,2	1,1	1,3	1,4	1,6	1,7	1,8	1,8
	8°	0,7	0,8	0,8	0,9	0,9	1,1	1,2	1,1	1,2	1,3	1,4	1,5	1,6	1,5
	9°	0,7	0,8	0,7	0,9	0,9	1,1	1,2	1,0	1,1	1,1	1,2	1,3	1,4	1,4
	10°	0,7	0,7	0,6	0,6	0,6	0,7	0,8	0,8	0,9	0,9	1,0	1,0	1,1	1,1
	11°	0,5	0,5	0,5	0,5	0,4	0,7	0,7	0,7	0,7	0,7	0,8	0,8	0,9	0,9
	12°	0,3	0,4	0,4	0,4	0,3	0,5	0,6	0,6	0,6	0,6	0,6	0,6	0,6	0,6

13°	0,3	0,3	0,2	0,3	0,2	0,2	0,4	0,4	0,4	0,4	0,4	0,4	0,4	0,5
14°	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1	0,2	0,2	0,2	0,2	0,2	0,2	0,2	0,2	0,2
16°	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1	0,2
17°	0,2	0,2	0,2	0,2	0,2	0,2	0,2	0,3	0,3	0,3	0,3	0,4	0,4	0,4
18°	0,4	0,4	0,4	0,4	0,4	0,4	0,4	0,4	0,5	0,5	0,5	0,6	0,7	0,6
19°	0,6	0,6	0,6	0,6	0,6	0,6	0,6	0,7	0,7	0,7	0,7	0,8	0,9	0,9
20°	0,8	0,8	0,8	0,8	0,8	0,8	0,8	0,9	0,9	0,9	1,0	1,1	1,2	1,2
21°	0,9	1,0	1,0	1,1	1,1	1,1	1,1	1,1	1,2	1,2	1,3	1,4	1,5	1,4
22°	1,2	1,2	1,2	1,2	1,3	1,3	1,3	1,3	1,4	1,4	1,5	1,6	1,7	1,6
23°	1,3	1,4	1,4	1,5	1,5	1,6	1,6	1,6	1,6	1,6	1,7	1,9	2,0	1,9
24°	1,5	1,5	1,5	1,6	1,7	1,8	1,8	1,8	1,9	1,8	1,9	2,1	2,2	2,1
25°	1,8	1,8	1,9	1,9	1,9	2,0	2,0	2,1	2,1	2,1	2,2	2,4	2,5	2,3

TABLEAU ŒNOBAROMÉTRIQUE DONNANT LE POIDS DE L'EXTRAIT SEC DES VINS

L'ŒNOBAROMÈTRE	RICHESSE ALCOOLIQUE																					
	5	**5,5**	**6**	**6,5**	**7**	**7,5**	**8**	**8,5**	**9**	**9,5**	**10**	**10,5**	**11**	**11,5**	**12**	**12,5**	**13**	**13,5**	**14**	**14,5**	**15**	**15,5**
1,0																	9,3	10,5	11,7	12,7	13,7	14,8
1,5																	10,5	11,6	12,7	13,8	14,8	15,8
2,0																	11,5	12,6	13,8	14,8	15,8	16,8
2,5																	12,5	13,6	14,8	15,8	16,8	17,9
3,0															11,3	12,4	13,5	14,7	15,8	16,8	17,9	18,9
3,5															12,3	13,4	14,6	15,7	16,8	17,9	18,9	19,9
4,0													11,0	12,2	13,3	14,5	15,6	16,7	17,9	18,9	19,9	21,0
4,5													12,1	13,2	14,4	15,5	16,6	17,8	18,9	19,9	21,0	22,0
5,0											10,6	11,9	13,1	14,2	15,4	16,5	17,6	18,8	19,9	21,0	22,0	23,0
5,5											11,7	12,9	14,2	15,3	16,4	17,6	18,7	19,8	21,0	22,0	23,0	24,1
6,0									10,4	11,6	12,7	13,9	15,2	16,3	17,4	18,6	19,7	20,8	22,0	23,0	24,0	25,1
6,5									11,5	12,6	13,7	15,0	16,2	17,3	18,5	19,6	20,7	21,9	23,0	24,1	25,1	26,1
7,0								11,2	12,5	13,6	14,8	16,0	17,3	18,4	19,5	20,6	21,8	22,9	24,0	25,1	26,1	27,1
7,5							10,8	12,2	13,5	14,7	15,8	17,0	18,3	19,4	20,5	21,6	22,8	23,9	25,1	26,1	27,1	28,2
8,0							11,9	13,2	14,6	15,7	16,8	18,1	19,3	20,4	21,6	22,7	23,8	25,0	26,1	27,1	28,2	29,2

INDICATION DE

8,5							12,9	14,2	15,6	16,7	17,8	19,1	20,3	21,4	22,6	23,7	24,8	26,0	27,1	28,1	29,2	30,2
9,0				10,2	11,5	12,7	13,9	15,3	16,6	17,7	18,9	20,1	21,4	22,5	23,6	24,8	25,9	27,0	28,2	29,2	30,2	31,2
9,5				11,2	12,5	13,7	15,0	16,3	17,6	18,8	19,9	21,2	22,4	23,5	24,6	25,8	26,9	28,1	29,2	30,2	31,2	32,3
10,0			10,9	12,2	13,6	14,8	16,0	17,4	18,7	19,8	21,0	22,2	23,4	24,6	25,7	26,8	28,0	29,1	30,2	31,3	32,3	33,3
10,5		10,6	11,9	13,3	14,6	15,8	17,0	18,4	19,7	20,8	22,0	23,2	24,4	25,6	26,7	27,8	29,0	30,1	31,2	32,3	33,3	34,3
11,0	10,3	11,6	12,9	14,3	15,6	16,8	18,1	19,4	20,7	21,9	23,0	24,3	25,5	26,6	27,7	28,9	30,0	31,2	32,3	33,3	34,3	35,4
11,5	11,3	12,6	14,0	15,3	16,7	17,9	19,1	20,5	21,8	22,9	24,1	25,3	26,5	27,7	28,8	29,9	31,1	32,2	33,4	34,4	35,4	36,5
12,0	12,3	13,7	15,0	16,4	17,7	18,9	20,1	21,5	22,8	24,0	25,1	26,3	27,6	28,7	29,8	31,0	32,1	33,2	34,4	35,4	36,4	37,5
12,5	13,3	14,7	16,0	17,4	18,7	20,0	21,2	22,5	23,9	25,0	26,2	27,4	28,6	29,8	30,9	32,0	33,2	34,3	35,4	36,5	37,5	38,6
13,0	14,4	15,8	17,1	18,4	19,7	21,0	22,2	23,5	24,9	26,0	27,2	28,4	29,6	30,8	31,9	33,0	34,2	35,3	36,4	37,5	38,5	39,5
13,5	15,4	16,8	18,1	19,5	20,8	22,0	23,2	24,6	25,9	27,1	28,2	29,4	30,7	31,9	33,0	34,1	35,2	36,4	37,5	38,5	39,6	40,6
14,0	16,4	17,8	19,1	20,5	21,8	23,0	24,3	25,6	27,0	28,1	29,2	30,5	31,7	32,8	33,9	35,1	36,2	37,4	38,5	39,5	40,6	41,6
14,5	17,5	18,8	20,1	21,5	22,8	24,1	25,3	26,7	28,0	29,8	30,2	31,5	32,7	33,9	35,0	36,2	37,3	38,4	39,6	40,6	41,6	42,6
15,0	18,5	19,9	21,2	22,5	23,8	25,1	26,3	27,6	29,0	30,1	31,3	32,5	33,8	34,9	36,0	37,1	38,3	39,4	40,6	41,6	42,6	43,6
15,5	19,5	20,9	22,2	23,6	24,9	26,1	27,3	28,7	30,0	31,2	32,3	33,5	34,8	35,9	37,1	38,2	39,3	40,5	41,6	42,6	43,7	44,7
16,0	20,6	22,0	23,2	24,6	25,9	27,1	28,3	29,7	31,0	32,2	33,3	34,5	35,8	36,9	37,8	39,2	40,3	41,4	42,6	43,6	44,6	45,7
16,5	21,6	23,0	24,3	25,7	26,9	28,1	29,4	30,7	32,1	33,2	34,3	35,6	36,8	37,9	39,1	40,2	41,3	42,5	43,6	44,6	45,7	46,7

de viticulteurs, sont suffisantes pour les renseigner sur la constitution des raisins mis en œuvre et sur la composition du produit obtenu.

BIBLIOGRAPHIE

PASTEUR. — Etudes sur le vin. Paris, 1873.

DUCLAUX. — *Chimie biologique*. Paris, 1883.

BOUFFARD. — Les maladies des vins et notamment la casse. *Revue de viticulture*, 1897.

BERTRAND. — *Comptes rendus de l'Académie des sciences*, 1897.

LAGATU. — *Comptes rendus de l'Académie des sciences*, 1897.

BORDAS, JOULIN et RACKOWSKI. — *Comptes rendus*, 1898.

GAYON et DUBOURG. — Sur les vins mannités. *Annales de l'Institut Pasteur*, 1894.

TABLE DES MATIÈRES

Transformation du raisin en vin.

CHAPITRE V

CHAPITRE VI

CHAPITRE VII

CHAPITRE VIII

CHAPITRE IX

CHAPITRE X

CHAPITRE XI

CHAPITRE XII

CHAPITRE XIII

CHAPITRE XIV

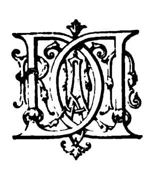
CHAPITRE XV

CHAPITRE XVI

CHAPITRE XVII

CHAPITRE XVIII

CHARTRES. — IMPRIMERIE DURAND, RUE FULBERT.



CHARTRES. — IMPRIMERIE DURAND, RUE FULBERT.

MARS 1900

Georges CARRÉ et C. NAUD, Éditeurs

Catalogue de la Bibliothèque

DE LA

Revue générale des Sciences



PARIS

3, rue Racine, 3

(1 vol., 226 p., 50 fig.)
Cartonnage toile anglaise.
PRIX : **5** francs.

Jacques BOYER

Histoire des Mathématiques

Suivre à travers les âges, — depuis les anciens peuples de l'Orient jusqu'à la fin du XIXe siècle, — l'évolution des Mathématiques : tel est le but de cet ouvrage destiné principalement aux étudiants. L'auteur a voulu rester *très élémentaire*. Son récit n'est pas surchargé de formules ou d'équations. Tout luxe d'érudition a été banni de ce volume où les personnes, même peu versées dans la science des Euclide et des Newton, apprendront sans fatigue l'histoire des découvertes mathématiques les plus saillantes.

Comme plan général, M. Boyer a adopté l'ordre chronologique de préférence aux autres dispositions. En effet, l'Arithmétique ou la Géométrie ont pu être, à certaines époques, plus cultivées que l'Algèbre, l'Analyse, la Mécanique ou la Trigonométrie, mais le développement des diverses branches de la Mathématique s'enchevêtre néanmoins d'une manière trop intime pour être traité, science par science, dans des chapitres séparés. Les inconvénients d'une telle méthode sautent d'ailleurs aux yeux : la caractéristique de chaque période ne se dégage pas, les redites sont inévitables et la marche générale du progrès n'apparaît plus que confusément.

Quant à l'illustration du livre, elle est exclusivement *documentaire*. Les fac-similés de manuscrits, d'ouvrages anciens ou de portraits sont des reproductions photographiques d'originaux existant dans des collections publiques ou privées. Leur authenticité a été soigneusement contrôlée et leur source toujours indiquée. Enfin une table très détaillée des noms cités et des matières traitées rend aisée et rapide la recherche d'un renseignement. Cette Histoire des Mathématiques a donc sa place marquée, comme *livre de référence*, dans toute bibliothèque scientifique.

TABLE DES CHAPITRES

(1 vol., 204 p., 48 fig., 10 pl. hors texte)
Cartonnage toile anglaise.
PRIX : **5** francs.

H. BRILLIÉ
Ingénieur des Constructions navales.

Torpilles et Torpilleurs

Les événements les plus importants survenus dans l'histoire de la marine au XIXe siècle sont l'adoption de la torpille comme engin de guerre et la création du torpilleur à grande vitesse. Le torpilleur, en permettant d'utiliser la torpille comme arme d'attaque, a profondément modifié les règles de la tactique navale ; s'il n'est pas appelé, comme le proclamaient, il y a quelque dix ans, ses partisans enthousiastes, à devenir le roi des mers, il n'en reste pas moins un adversaire redoutable avec lequel doivent compter les plus puissants cuirassés.

De l'apparition du torpilleur à grande vitesse, date la révolution qui s'est opérée depuis vingt ans dans la construction des flottes européennes.

L'auteur de cet ouvrage s'occupe tout d'abord de la torpille et étudie cet engin dans ses divers emplois pour la défense des côtes et l'attaque des escadres. En second lieu, il aborde l'étude des torpilleurs et s'efforce de montrer les progrès réalisés depuis vingt-cinq ans dans la construction de leurs coques, de leurs machines et de leurs chaudières. Enfin il passe en revue les flottilles des torpilleurs des différentes puissances et le rôle que ces petits bâtiments sont appelés à jouer dans les guerres navales de l'avenir.

Ce n'est pas seulement à l'ingénieur et au marin que ce livre s'adresse ; tous ceux qui s'intéressent à l'évolution de notre marine, à ses progrès, liront ces pages avec un intérêt que la guerre hispano-américaine rend d'actualité et que les récentes modifications apportées au programme de nos divisions navales ne peuvent qu'accentuer.

(*Revue du Cercle militaire*).

TABLE DES MATIÈRES

PREMIÈRE PARTIE. — **Torpilles.**

DEUXIÈME PARTIE. — **Les Torpilleurs.**

TABLE DES FIGURES

Paul BUSQUET
Médecin-major de 2[e] classe,
Chef du Laboratoire de Bactériologie de l'hôpital militaire d'Alger,
Lauréat de la Faculté de médecine de Lyon,
Lauréat du Ministère de la guerre.

(1 vol., 182 p., 141 fig.)
Cartonnage toile anglaise.
PRIX : **5** francs.

Les Êtres vivants

Organisation — Évolution

Les idées qui sont exposées dans cet ouvrage ont été énoncées, il y a plus de quinze ans, pour la première fois, par le savant professeur Kunstler. Accueillies tout d'abord avec indifférence, puis discutées vivement, elles ont enfin acquis droit de cité dans le vaste domaine de la philosophie scientifique et se trouvent aujourd'hui confirmées et soutenues par les travaux récents de M. Yves Delage, l'éminent professeur de la Sorbonne.

Dès 1882, à la conception spéciale de la « théorie cellulaire », toute puissante et acceptée universellement par les auteurs, Kunstler opposa des vues élargies et la compléta par la théorie de la sphérule, qui avait pour point de départ autre chose que de vagues conceptions hypothétiques et reposait sur de nombreux faits positifs d'observation.

Pour la première fois, la valeur morphologique de la cellule, en tant qu'individualité distincte primitive, était nettement contestée, et la théorie coloniale elle-même se trouvait ébranlée par les arguments puissants mis en avant. Soutenir que les cellules des animaux ne sont pas des éléments anatomiques à valeur primordiale fixe et immuable était une conception nouvelle.

Deux autres auteurs, Sedgwick et Whitman, tentèrent, eux aussi, d'émettre quelques objections contre la théorie cellulaire; l'indifférence générale leur répondit. Enfin, plus récemment, M. le Professeur Delage reprit ces théories et en fit le sujet d'une remarquable étude. En fournissant ainsi aux adversaires de la théorie cellulaire l'appoint précieux de son talent et l'autorité de sa situation officielle, le savant professeur de zoologie de la Sorbonne a contribué puissamment à vulgariser les idées que la trop grande modestie de Kunstler, et son peu d'empres-

sement à renouveler et à multiplier les publications sur ses conceptions théoriques, n'avaient pas assez fait connaître du grand public scientifique.

Les documents de l'auteur n'ont pas été seulement puisés à l'enseignement magistral de son maître, à ces leçons qui, s'adressant à un public plutôt inexpérimenté, sont forcément un peu abstraites et simplifiées à dessein; ils ont été, encore et surtout, recueillis dans ces conversations scientifiques d'une si agréable familiarité et d'un charme persuasif si puissant, dont une vie de laboratoire et de persévérantes habitudes de travail en commun fournissent chaque jour tant d'occasions.

TABLE DES MATIÈRES

(1 vol., 164 p., avec fig., 1 pl. en chromolithographie)
Cartonnage toile anglaise.
PRIX : **5** francs.

R. COLSON
Capitaine de génie,
Répétiteur de Physique à l'École polytechnique.

La Plaque photographique

Propriétés, le visible, l'invisible

Après un coup d'œil général sur les propriétés de la couche sensible et sur le principe de sa préparation et de son emploi, l'auteur passe en revue dans les quatre premiers chapitres les influences chimique, lumineuse, calorifique, mécanique et électrique; on trouvera en particulier, dans les deux premiers qui contiennent la base de la photographie, une discussion approfondie sur la formation de l'image latente et l'opération du développement avec des considérations nouvelles sur le rôle de la matière organique, la gélatine.

Le chapitre V contient un exposé d'une clarté supérieure de la grande découverte du professeur Rœntgen, les rayons X.

Dans le chapitre VI, l'auteur remet au jour les anciennes expériences de Niepce, de Saint-Victor, relatives à l'emmagasinement de la lumière, qui ouvrent la voie sur un terrain immense, encore très peu exploré et bien propre à séduire les chercheurs; elles se rattachent directement à la photographie de l'invisible. Celle-ci, dans laquelle est comprise la photographie à travers des corps opaques, fait l'objet du chapitre XII, qui renferme les expériences exécutées récemment sur ce sujet.

L'auteur indique aussi certaines précautions à prendre dans la conservation et dans l'emploi des plaques.

Cet ouvrage sera utile à tous ceux qui s'occupent de photographie, en leur faisant connaître l'instrument qu'ils emploient, et à tous ceux qui s'intéressent aux nouvelles recherches, en leur fournissant, en même temps que des indications suggestives, des documents précis et mis au point.

Telle est la marche suivie par M. Colson dans son étude qu'il a voulu rendre, nous dit-il dans la préface, *intelligible à tous*. C'est en effet un volume de vulgarisation que *la plaque photographique*, mais quand un ouvrage de ce genre sort de la main d'un maître, il est de nature à intéresser non seulement les photographes amateurs, dont le nombre augmente chaque jour, et le grand public, mais aussi les spécialistes proprement dits et les savants.

(*Le Cosmos*, 5 juin 1897).

TABLE DES MATIÈRES

(1 vol., 284 p., 56 fig.)
Cartonnage toile anglaise.
PRIX : **5** francs.

J. DUGAST,
Directeur de la Station agronomique
et œnologique d'Alger.

Vinification dans les Pays chauds

Algérie et Tunisie

Depuis quelques années, des œnologues distingués ont publié, tant en France qu'à l'étranger, des traités de vinification très complets. A côté de ces ouvrages qui ont tous leur utilité, l'auteur a pensé qu'il y avait place pour un livre écrit spécialement pour la vinification en Algérie et en Tunisie. Il est nécessaire pour bien exposer cette partie de la science agronomique d'avoir soi-même fait des recherches de laboratoire. Il n'est pas moins utile d'avoir appris la pratique de la vinification dans le cellier. C'est parce que l'auteur a fait cette double expérience de la théorie et de la pratique qu'il s'est cru autorisé à entreprendre cette tâche.

Tout en tenant compte des travaux antérieurs, souvent cités, il a adopté un plan nouveau et s'est efforcé de faire une œuvre originale.

Quant aux conditions des fermentations dans les pays chauds, sur lesquelles l'auteur insiste particulièrement, elles sont appuyées sur les résultats des nombreuses expériences faites à la station agronomique dans cet ordre d'idées. Ce traité est un ouvrage complet, à la fois scientifique et pratique, mais sans détails inutiles, où le lecteur trouvera des faits et des opinions nettement exprimés.

Mais, avant tout, ce livre est écrit dans le but d'être utile aux viticulteurs.

TABLE DES MATIÈRES

Transformation du raisin en vin.

CHAP. V. — FERMENTATION ALCOOLIQUE. — Reproduction des levures. — Classification des levures. — Polymorphisme des levures. — Composition des levures. — Nutrition de la levure. — Aliments azotés. — Aliments hydrocarbonés. — Aliments minéraux. — CIRCONSTANCES QUI FAVORISENT OU ENTRAVENT LA FERMENTATION ALCOOLIQUE. — Influence des agents chimiques et physiques. — Quantité de levure. — Pression. — Concentration du moût. — Alcool. — Oxygène. — Acide carbonique. — Acidité. — Alcools sulfureux. — Produits d'excrétions. — Équation de la fermentation alcoolique. — Chaleur dégagée pendant la fermentation. — Purification des levures.

CHAP. VI. — AMÉLIORATION DE CERTAINES VENDANGES. — Manque d'acidité. — Acide tartrique. — Plâtrage. — Phosphatage. — Manque de sucre. — Levures cultivées.

CHAP. VII. — CELLIER. — Vases vinaires à fermentation. — Cuves. — Foudres et tonneaux.

CHAP. VIII. — VINIFICATION EN ROUGE. — Fouloir. — Egrappage. — Egrappoirs. — Cuvaison. — Aération de la vendange. — Méthodes de cuvages. — Chapeau flottant. — Chapeau submergé. — Cuvage en deux temps. — Température des fermentations. — Influence de la température sur le travail des levures. — Influence de la température sur la constitution et la qualité des vins. — Influence de la température sur la tenue des vins. — Moyens pour atténuer les effets de la chaleur. — Réfrigération des moûts. — Emploi de la glace. — Réfrigérants. — Prise de la température des cuves. — Durée de la cuvaison. — Décuvage.

CHAP. IX. — PRESSOIRS. — Epuisement des marcs fermentés par déplacement.

CHAP. X. — VINIFICATION EN BLANC. — Soufrage du moût. — Epuisement de la vendange par diffusion et déplacement. — Vinification en blanc des raisins rouges. — Vinification en blanc des raisins rouges basée sur les propriétés de l'oxydase.

CHAP. XI. — PROCÉDÉ DE VINIFICATION BASÉ SUR LA STÉRILISATION DU MOUT PAR LA CHALEUR.

CHAP. XII. — VINIFICATIONS SPÉCIALES. — Vins rosés. — Vins de liqueurs. — Vins de liqueur naturels. — Mutage au soufre. — Vins de liqueur par maturation artificielle des raisins. — Vins de liqueur artificiels. — Mistelles. — Vins nouveaux. — Vins champagnisés. — Vins mousseux artificiels.

CHAP. XIII. — UTILISATION DES SOUS-PRODUITS DE L'INDUSTRIE VINICOLE. — Marcs. — Fabrication des piquettes. — Marcs de vins blancs. — Tartres. — Lies.

CHAP. XIV. — SOINS A DONNER AUX VINS. — Soutirage et outillage. — Conservation et vieillissement des vins.

CHAP. XV. — DÉFAUTS DES VINS. — Verdeur. — Amélioration des vins acides. — Vin plat. — Vin salé. — Vins sulfatés. — Vins sucrés. — Vin trouble. — Brunissement. — Goût de fût, de moisi, etc.

CHAP. XVI. — MALADIES DES VINS. — Fleur du vin. — Ascescence. — Vinaigre de vin. — La pousse du vin. — La tourne. — La graisse. — L'amertume. — Mannite. — Casse.

CHAP. XVII. — TRAITEMENT DES VINS MALADES. — Chauffage. — Collage. — Filtrage. — Désinfection et assainissement des vases vinaires.

CHAP. — XVIII. — DÉTERMINATION DE LA VALEUR DES VINS. — Extrait sec. — Acidité totale.

J. Willard GIBBS
Professeur au collège Yale, à New-Haven.
Traduit par
Henry LE CHATELIER
Ingénieur en chef des Mines,
Professeur au Collège de France.

(1 vol., 212 p., 10 fig.)
Cartonnage toile anglaise.
Prix : 5 francs.

Équilibre des Systèmes chimiques

EXTRAIT DE LA PRÉFACE DU TRADUCTEUR

L'œuvre thermodynamique du professeur J. Willard Gibbs comprend trois parties distinctes, qui ont fait l'objet de mémoires séparés, publiés successivement dans les transactions de l'Académie du Connecticut.

Représentation géométrique des propriétés thermodynamiques des corps (décembre 1873).

Équilibre des systèmes hétérogènes. *1re partie.* — Phénomènes chimiques (juin 1876).

Équilibre des systèmes hétérogènes. *2e partie.* — Capillarité et électricité (juillet 1878).

C'est le second de ces mémoires, de beaucoup le plus important des trois, dont on donne ici la traduction. Sa publication restera dans l'histoire de la chimie un événement capital. La découverte par H. Sainte-Claire Deville de la dissociation, ou pour s'exprimer d'une façon plus précise, de la *réversibilité des phénomènes chimiques,* n'avait pas tout d'abord été appréciée à sa juste valeur par les chimistes qui avaient été beaucoup plus frappés de la limitation des réactions que de leur réversibilité. Les conséquences de cette réversibilité, et en particulier la possibilité d'appliquer à la chimie les principes de la thermodynamique, n'avaient pas été aperçus d'une façon précise. MM. Moutier et Peslin avaient seulement indiqué que les systèmes à tension fixe de dissociation devaient satisfaire à la formule de Clapeyron. C'est au professeur W. Gibbs que revient l'honneur d'avoir, par l'emploi systématique des méthodes thermodynamiques, créé une nouvelle branche de la science chimique dont l'importance, tous les jours croissante, devient aujourd'hui comparable à celle de la chimie pondérale créée par Lavoisier.

La portée des travaux du professeur W. Gibbs n'a pourtant pas été immédiatement reconnue; leur influence sur les progrès de la science n'a pas été tout d'abord ce qu'elle aurait dû être. Les chimistes se sont trop longtemps désintéressés d'idées qui leur étaient présentées sous une forme difficilement accessible. Bien peu d'entre eux étaient en état de comprendre une œuvre écrite par un mathématicien paraissant

ignorer les idées ou préjugés de ses lecteurs et dédaigner leurs préoccupations expérimentales. Des pages entières sont consacrées à l'étude de phénomènes dont la probabilité n'est qu'un infiniment petit, parfois même du 4e ordre, tandis que quelques lignes à peine sont consacrées à énoncer des lois nouvelles et d'une importance capitale s'appliquant à tous les phénomènes de la chimie; aussi ces lois ontelles passé complètement inaperçues. Le savant professeur d'Amsterdam, Van der Waals, a découvert, dans l'œuvre de Gibbs, deux lois semblables et les a expliquées aux chimistes : la *loi des phases* et les règles relatives à l'*état critique* dans les mélanges. Il est inutile de rappeler l'importance des recherches expérimentales auxquelles ces deux lois ont conduit les savants hollandais. Mais la plupart des lois semblables n'ont été ainsi reconnues qu'après avoir été découvertes à nouveau d'une façon tout à fait indépendante. C'est ainsi que les lois de l'équilibre chimique énoncées par M. Van't Hoff et par moi ont été ensuite retrouvées par M. Mouret dans le mémoire de Gibbs. Il est probable qu'il reste encore dans ce travail bien des points à approfondir, c'est là un des motifs qui m'ont engagé à en publier une traduction française. Je me suis astreint à la faire aussi littérale que possible pour éviter de modifier à mon insu la pensée de l'auteur.

TABLE DES MATIÈRES

(1 vol., 138 p., 25 fig., 10 pl. hors texte).
Cartonnage toile anglaise.
PRIX : **5** francs.

Alexandre HÉBERT
Préparateur à la Faculté de médecine.

La technique des Rayons X

MANUEL OPÉRATOIRE
de la Radiographie et Fluoroscopie

A L'USAGE DES

Médecins, Chirurgiens et Amateurs de photographie

La découverte prestigieuse du professeur de Würtzbourg était à peine connue que les savants de tous les pays s'en emparaient. En quelques semaines, un nombre prodigieux de travaux furent publiés tant au point de vue philosophique qu'au point de vue expérimental.

L'étude de la question serait extrêmement laborieuse pour quiconque voudrait compulser les nombreux mémoires parus en toute langue dans les différents journaux scientifiques. De plus, ces mémoires conçus à un point de vue scientifique d'un degré très élevé, sont pour la plupart peu à la portée de la majorité de ceux auxquels les rayons X sont susceptibles de rendre service.

Un livre qui, se dégageant des vues théoriques émises, qui, coordonnant les résultats pratiques obtenus, qui, conçu et écrit très clairement, pourrait être lu avec profit par l'homme de science ou l'amateur instruit, aurait certes un grand succès.

L'ouvrage de M. Hébert que nous présentons au public est dans ce cas. Sans être ni trop complètement théorique, ni entièrement documentaire, ce livre vise surtout à être pratique et à permettre à quiconque de reproduire les belles expériences sorties de nos grands laboratoires.

Ce livre rendra des services aux médecins, chirurgiens, et mettra le grand public lui-même en état de reproduire les expériences de M. Rœntgen. Le chimiste lui aussi en tirera le plus grand profit, étant donnée l'application que l'on peut faire des Rayons X à l'analyse, par exemple la recherche des falsifications du safran, des tissus, à la différenciation des pierres fausses des vraies, etc.

(*Revue de Chimie analytique appliquée*, 2 septembre 1897).

TABLE DES MATIÈRES

TABLE DES FIGURES

TABLE DES PLANCHES (hors texte)

(1 vol., 338 p., 102 fig.)
Cartonnage toile anglaise.
Prix : **5** francs.

R. HOMMELL
Ingénieur agronome,
Professeur d'Agriculture à Riom (Puy-de-Dôme),
Membre fondateur de la Société centrale d'Apiculture.

L'Apiculture

par les méthodes simples

Le *Traité d'Apiculture par les méthodes simples* est l'œuvre d'un praticien qui exploite lui-même d'importants ruchers ; les débutants y trouveront un guide précieux et sûr, toujours clair et précis, qui leur évitera les tâtonnements et les fautes ; les personnes déjà versées dans l'art apicole le liront aussi avec profit et pourront ensuite apporter des modifications utiles aux procédés qu'ils emploient.

Le chapitre I est consacré à l'étude de la biologie des Abeilles, à la description des diverses races. La cire et les rayons, le miel, les plantes mellifères, le pollen, l'eau et la propolis font l'objet du chapitre II. Le chapitre III traite de l'accroissement des colonies, de la ponte et de l'essaimage naturel.

Dans les chapitres IV, V, VI, VII et VIII est étudié, avec les détails les plus minutieux, tout ce qui est relatif à l'établissement du rucher, au choix raisonné de la ruche et à sa manipulation, pour l'outillage nécessaire, le peuplement des ruches, l'essaimage artificiel, la conduite du rucher pendant toute l'année, la récolte et la vente du miel, la récolte et la purification de la cire, les falsifications et l'analyse du miel et de la cire, enfin les dérivés du miel : hydromel, œnomel, vinaigre et eau-de-vie.

Les chapitres IX et X contiennent tout ce qui est relatif aux maladies des Abeilles et à la statistique apicole.

Ce livre est avant tout un livre pratique sans pour cela être dépourvu des théories indispensables en pareille matière. La plupart des figures sont inédites et leur grand nombre en ajoutant à l'intelligence du texte lui enlève toute obscurité et toute sécheresse.

En résumé, l'ouvrage de M. Hommell est sans doute le plus complet qui existe à l'heure actuelle sur la matière ; il sera le guide indispensable de tout ceux qui se proposeront de créer et de conduire un rucher avec le minimum de travail et le maximum de produit.

TABLE DES MATIÈRES

(1 vol., 188 p., 56 fig.)
Cartonnage toile anglaise.
Prix : **5** francs.

Alphonse LABBÉ
Docteur ès sciences,
Conservateur des Collections zoologiques
à la Sorbonne.

La Cytologie expérimentale

Essai de Cytomécanique

Cet ouvrage est la mise au point sommaire, mais précise, des expériences récentes de mécanique cellulaire, de *cytomécanique*, de cette jeune science qui veut connaître expérimentalement, non seulement ce qu'est une cellule en elle-même, mais ce que sont les divers organes cellulaires, et aussi quelles sont les relations réciproques de ces organes et les rapports de la cellule vis-à-vis du milieu ambiant ou des autres cellules.

L'auteur étudie successivement les expériences faites pour reproduire artificiellement le protoplasma et les figures karyokinétiques, l'action des agents physico-chimiques sur la structure et les mouvements des cellules ; les relations du noyau et du cytoplasma ; les modifications expérimentales de la mitose et de la segmentation de l'œuf.

Deux chapitres sont consacrés à l'adaptation au milieu et aux tropismes et tactismes. Enfin un chapitre important discute les causes de la différenciation cellulaire, question des plus graves, puisqu'elle est la base même du problème de l'hérédité et de l'évolution des espèces.

Ce livre sera utile non seulement aux naturalistes et aux biologistes qu'intéressent les grandes questions de biologie générale, mais aussi aux étudiants qui y trouveront exposée et développée l'importante partie de leur programme relative à la biologie cellulaire.

(*Revue scientifique*, 24 décembre 1898).

TABLE DES MATIÈRES

(1 vol., 296 p., 5 fig.)
Cartonnage toile anglaise.
PRIX : **5** francs.

C.-A. LAISANT
Examinateur
d'admission à l'École polytechnique,
Docteur ès sciences.

La Mathématique

Philosophie — Enseignement

« Dans la première partie, la plus longue de l'ouvrage, l'auteur cherche à définir cet objet multiple, variable à l'infini, que la Mathématique doit étudier, et à élever une classification des sciences mathématiques qui soit sensiblement d'accord avec la tradition et qui soit justifiée par la nature des questions que chacune d'elles étudie.

« Toute la deuxième partie de l'ouvrage est pleine de réflexions ingénieuses, intéressantes, qui ne peuvent manquer d'être profitables à la classe nombreuse des étudiants qui, sans avoir encore approfondi aucun point de la science mathématique, ont cependant sur les principales parties de cette science des notions déjà étendues. Je signalerai plus particulièrement, et pour les louer sans réserve, les idées de l'auteur sur les nombres incommensurables, négatifs et imaginaires et celles qu'il développe à propos d'une opération générale, peut-être un peu trop négligée aujourd'hui et qu'il désigne par cette locution : *retour de l'abstrait au concret.*

Dans la troisième partie. . . . .

« L'auteur affirme que toute intelligence moyenne est apte à recueillir un enseignement mathématique assez complet pour être utilisé à un grand nombre de points de vue et pour assurer à celui qui le possède des idées raisonnables sur toute cette science mathématique jugée si faussement et si médiocrement aujourd'hui par l'immense majorité de ceux qui font cependant partie de la classe éclairée de la nation ; il pense que l'on ne saurait commencer trop tôt cet enseignement, qu'il y a tout avantage à en mener de front les diverses parties, arithmétique, algèbre et géométrie, et qu'il vaut mieux ne rien faire du tout que de consacrer une classe unique de une heure et demie par semaine à développer un tel programme ; il croit que pour cet enseignement, comme pour tout autre d'ailleurs, il faut de la continuité dans les efforts, le temps matériel de revenir au besoin en arrière, de reprendre les points difficiles et de les illustrer par des exemples jusqu'à ce qu'ils se soient gravés dans l'esprit de l'élève.

« Il faut savoir gré à M. Laisant d'avoir appelé l'attention sur ce point capital. Si son livre devait être un des facteurs essentiels d'une réforme désirable à tant de points de vue, l'auteur pourrait se vanter, non seulement d'avoir écrit dans un style éloquent et clair un livre intéressant et instructif, mais encore d'avoir rendu un éminent service à son pays. » E. H.

(*Revue des Mathématiques spéciales*, Juin 1898).

TABLE DES MATIÈRES

H. LE CHATELIER
Professeur de Chimie minérale au Collège de France,
Ingénieur en chef au corps des Mines,
et
O. BOUDOUARD
Préparateur au Collège de France.

(1 vol., 220 p., 52 fig.)
Cartonnage toile anglaise.
Prix : **5** francs.

Mesure des Températures élevées

Depuis Wedgwood, bien des savants se sont occupés de la mesure des températures élevées, mais avec un succès inégal. Trop indifférents aux choses pratiques, ils ont surtout envisagé le problème comme un prétexte à dissertations savantes. La nouveauté et l'originalité des méthodes les attiraient plus que la précision des résultats et la facilité des mesures. Aussi jusqu'à ces dernières années, la confusion a-t-elle été en croissant.

Ainsi les expériences sur le rayonnement solaire qui ont conduit à des évaluations variant de 1 500 à 1 000 000 de degrés s'appuyent sur des mesures ne différant pas entre elles de 25 p. 100.

Pour sortir de cette confusion, il a fallu d'abord s'entendre sur une échelle unique des températures ; celle du thermomètre à gaz est universellement adoptée aujourd'hui, et l'on peut considérer ce choix comme définitif.

L'auteur se propose, dans l'introduction de cet ouvrage, de passer rapidement en revue les différentes méthodes pyrométriques (c'est-à-dire thermométriques utilisables aux températures élevées), dont l'emploi peut être avantageux dans telle ou telle circonstance ; il décrit ensuite plus en détail chacune d'elles et discute les conditions de leur emploi. Mais, avant tout, il précise dans quelles limites les différentes échelles peuvent être repérées par rapport à celle du thermomètre normal à gaz; c'est l'insuffisance de ce repérage qui, aujourd'hui encore, est la cause des erreurs les plus importantes dans la mesure des températures élevées. L'abondance des vues originales sur un sujet qui intéresse particulièrement la grande industrie rend la lecture de cet ouvrage indispensable à tous les ingénieurs des usines, fonderies, haut fourneaux et, en général, à tous ceux qu'une question aussi importante est à même d'intéresser au double point de vue théorique et pratique.

TABLE DES MATIÈRES

Georges MAUPIN
Licencié ès sciences mathématiques et physiques,
Membre de la Société Mathématique de France.

Opinions et Curiosités
touchant la Mathématique
Pendant les XVIe, XVIIe et XVIIIe siècles.

Quelles opinions avaient de l'utilité des mathématiques dans les siècles précédents non seulement les savants, mais surtout les faiseurs de livres et même les ignorants? Quels avantages pensait-on en retirer pour l'éducation; quelle liaison singulière voulait-on établir entre la doctrine mathématique et la religion? Voilà ce qui est traité dans ce volume. En donnant des extraits curieux et piquants des auteurs qu'il cite, M. Maupin ne s'est permis d'y ajouter que de brefs commentaires et de courtes notes biographiques, ne voulant rien ôter de leur caractère aux textes mentionnés. Ajoutons que ce n'est pas là un ouvrage savant et que, dans ses parties les plus saillantes, on s'est efforcé de le rendre intelligible à tous ceux qui ont en mathématiques des connaissances moyennes. Ce livre a, par ailleurs, un côté documentaire qui séduira les personnes qu'intéresse l'évolution de l'esprit mathématique à travers les graves querelles d'écoles et les discussions brûlantes des dogmatistes. — Les mathématiciens trouveront un vif intérêt à cette excursion rétrospective dans le domaine de la géométrie, et les curieux, que n'effrayent pas les soutenances imprévues, prendront plaisir à l'intervention des mathématiques dans le dogme de la Présence réelle. — D'autre part, le volume de M. Maupin, en tout décidément instructif, nous donne en manière d'actualité, des aperçus originaux sur ce que pensaient de l'utilité du latin dans l'enseignement les maîtres d'autrefois. — Bien des idées que nous émettons aujourd'hui sur ce sujet sont, à la vérité, celles d'hier et nous devons au livre de M. Maupin la satisfaction de l'apprendre.

TABLE DES MATIÈRES

(1 vol., 215 p., 12 fig.)
Cartonnage toile anglaise.
Prix : **5** francs.

C. PAGÈS
Vétérinaire de Paris et du département de la Seine,
Docteur en médecine, Docteur ès sciences.

Méthodes pratiques en Zootechnie

Dans cet ouvrage, l'auteur a poursuivi un triple but : 1° faire connaître à tous ceux qui désirent acquérir une instruction supérieure en cette matière ce que la Zootechnie a de définitivement acquis ; — 2° montrer aux hygiénistes les grands progrès accomplis dans l'élevage des animaux en leur indiquant tout le bénéfice qu'on peut en tirer pour l'homme ; — 3° apaiser le conflit qui existe, dans l'industrie de la vie, entre les théoriciens et les praticiens, et prouver, par la systématisation des observations empiriques, que ces derniers ont le plus souvent raison.

La première partie est consacrée à la Zootechnie générale : on y trouvera sur l'habitation, l'entraînement, l'alimentation, etc..., nombre de renseignements nouveaux. La deuxième partie traite des diverses opérations zootechniques, d'abord d'une manière générale, ensuite spécialement. Non seulement l'auteur a étudié les animaux de boucherie et les animaux moteurs, les seuls qui ont paru intéresser jusqu'ici les zootechniciens, mais encore les animaux affectueux et gardiens, tout en accordant aux premiers les plus grands développements. On y trouvera sur l'engraissement, sur l'élevage des animaux de sang, sur le chien de garde, sur les animaux de combat, des observations pratiques très importantes dont personne jusqu'ici n'avait parlé.

(*L'Éleveur*, 27 novembre 1898).

Nous avons lu et relu cet excellent livre, il nous apprend beaucoup sans fatigue, les faits y sont exposés avec tant de sobriété et de clarté qu'il semble que chaque phrase porte, que chaque mot était bien le mot indispensable et celui qui convenait, et nous engageons vivement nos lecteurs à se procurer ce nouvel ouvrage d'un auteur dont nous avions parlé avec grands éloges à propos de ses recherches sur le lait et les femelles laitières.

(*La Laiterie*, 3 décembre 1898).

TABLE DES MATIÈRES

PREMIÈRE PARTIE. — **Généralités.**

DEUXIÈME PARTIE. — **Principales opérations zootechniques.**

(1 vol., p. 231, fig. 102)
Cartonnage toile anglaise.
PRIX : **5** francs.

Georges PELLISSIER

L'Éclairage à l'Acétylène

Tout le monde est intéressé à lire cet ouvrage, en premier lieu ceux qui s'occupent de la fabrication du carbure de calcium; ensuite, les ingénieurs, pour l'éclairage des phares, des voitures de chemin de fer. de tramways, etc., les architectes et propriétaires pour les installations privées, et les lampes portatives, les photographes pour les agrandissements et les projections, les médecins pour le laryngoscope éclairé à l'acétylène, les bicyclistes pour les lanternes, etc., enfin les municipalités, pour l'éclairage public.

L'ouvrage fort bien divisé comprend l'historique du nouveau gaz, l'examen des propriétés physiques et chimiques de l'acétylène, la description des fours électriques, de la fabrication et des propriétés du carbure de calcium, de la préparation de l'acétylène; l'étude et le classement des appareils générateurs, l'appréciation de l'acétylène liquéfié et comprimé, des observations sur la flamme de l'acétylène et le choix des becs, la comparaison du prix du nouvel éclairage avec les autres systèmes, les différentes applications déjà faites ou possibles et enfin des conseils sur les manipulations pratiques. — Il ne faudrait pas croire que l'auteur se borne à un exposé des systèmes qu'il décrit, il fait suivre chaque chapitre d'une synthèse dictée par une étude approfondie de la question, et par la volonté bien arrêtée de rester impartial, c'est ce qui fait le grand mérite de son travail.

(*Moniteur de l'Industrie*, 15 avril 1898).

Examinant les points d'intérêt général, les conditions à réaliser pour la préparation et l'utilisation rationnelles de l'*Acétylène,* l'auteur étudie les applications qui paraissent réellement pratiques, il fait bonne justice des utopies et des illusions que font résonner trop haut ceux qui ont intérêt à faire de la propagande; il ramène à ses justes limites le champ d'exploitation qui reste à explorer, et finalement signale avec juste raison les dangers qu'il y a lieu de craindre et les précautions qu'il faut prendre pour les éviter.

L'ouvrage impartialement et scientifiquement écrit est le meilleur que nous possédions sur cette matière.

(*Le Constructeur*, 28 mars 1897).

La partie qui traite des appareils générateurs chez M. Pellissier est très complète, et ce livre sera recherché par tous ceux qui s'occupent des applications de l'acétylène à l'éclairage.

(*L'Électrochimie*, mars 1897).

TABLE DES MATIÈRES

William RAMSAY
De la Société royale de Londres,
Correspondant de l'Institut de France.
Traduit de l'anglais par
Georges CHARPY
Docteur ès sciences.

(1 vol., 194 p., 6 fig.)
Cartonnage toile anglaise.
PRIX : **5** francs.

Les Gaz de l'Atmosphère

Le livre de William Ramsay est l'exposé de la genèse des découvertes suscitées par la recherche de la nature de l'air et des propriétés des gaz qui le constituent.

Les chapitres I et II sont consacrés aux tentatives de Boyle, de Mayow et de Hales que dominaient encore les théories de l'air considéré par les anciens comme un corps simple dont l'homogénéité pouvait, à la rigueur, subir l'influence d'effluves cosmiques. — A ce point du livre, nous sommes au milieu du dix-septième siècle. — Les recherches se succédaient empreintes des idées de la scolastique et dans l'ardeur des discussions théologiques lorsque survint Black qui, en découvrant l'acide carbonique, apporte à l'analyse la contribution du fait expérimental soutenu par des mesures quantitatives précises.

Ayant ainsi fait pressentir l'avènement des lois de combinaison, William Ramsay presse son étude et nous montre tour à tour Daniel Rutherford, Priestley et Scheele découvrant l'azote et l'oxygène, et enfin le couronnement de l'œuvre par la mémorable expérience de Lavoisier qui fit s'anéantir les théories du phlogistique.

Les chapitres V, VI, VII sont consacrés entièrement à la retentissante découverte de l'argon par l'auteur et son collaborateur lord Rayleigh. — A cet égard, l'homme de science et le praticien trouveront dans ce livre les matériaux disséminés partout ailleurs, sur lesquels s'édifia la découverte de l'argon et des propriétés qui caractérisent ce nouveau gaz. — De même, tous ceux que peuvent servir des connaissances simplement élémentaires de chimie rencontreront dans l'ouvrage de William Ramsay l'intérêt qui s'attache à l'étude d'un point si important de la science moderne.

(*Revue de Chimie analytique appliquée*, juin 1898).

La description des gaz de l'atmosphère et l'histoire de leur découverte ne pouvait guère être écrite par un homme plus au courant de la matière que le savant qui, pour son compte, a su mettre en évidence quatre de ces gaz.

Une seule chose était à craindre, c'était que trop plein de son sujet, l'auteur ne se tînt à des hauteurs auxquels le vulgaire eût été incapable de le suivre. Mais il est Anglais et, comme tant d'autres savants de cette nation, il a su, sans rien perdre de la rigueur scientifique, donner à son œuvre ce cachet pratique qui rend son livre accessible à tout homme intelligent. Seuls, les deux derniers chapitres pourront paraître un peu ardus aux lecteurs insuffisamment préparés. En revanche, les autres y verront deux bonnes leçons de philosophie chimique.

En résumé, l'ouvrage est de ceux que tous peuvent lire avec plaisir et avec profit.

(*Le Cosmos*, 6 août 1898).

On sait qu'il y a deux ans, au grand étonnement des chimistes, M. Ramsay prouva que nous ne connaissions pas encore la composition de l'air atmosphérique. Il venait, en effet, de découvrir un gaz inconnu jusqu'ici, l'argon. C'est l'historique de cette découverte qu'a présentée M. Ramsay au public anglais. Et M. Charpy a eu la bonne pensée de la rendre accessible au grand public français. Ce résumé aidera à faire apprécier l'importance des travaux de l'éminent physicien anglais et initiera nos jeunes physiciens de l'avenir à une des découvertes les plus étonnantes de la fin de notre siècle.

(*Journal des Débats*, 16 mai 1898).

TABLE DES MATIÈRES

(1 vol., 225 p., 65 fig.)
Cartonnage toile anglaise.
PRIX : **5** francs.

X. ROCQUES
Ingénieur-chimiste,
Ancien chimiste principal du Laboratoire municipal de Paris.

Les Eaux-de-vie et Liqueurs

Dans un premier chapitre, l'auteur étudie les matières premières de l'industrie des eaux-de-vie et liqueurs, c'est-à-dire les eaux-de-vie naturelles d'une part et, d'autre part, des alcools d'industrie ; puis, il compare ces deux classes d'alcools au point de vue de leur production, de leur qualité, etc. Les six chapitres suivants sont relatifs à l'étude des diverses eaux-de-vie : cognacs, marcs, eaux-de-vie de vin et de cidre, kirschs, rhum et whisky. L'auteur traite notamment avec détails la préparation des eaux-de-vie charentaises. Le chapitre VIII est relatif aux liqueurs en général, le chapitre IX aux liqueurs apéritives (absinthe, vermouth, bitter), le chapitre X aux fruits à l'eau-de-vie, le chapitre XI aux eaux aromatiques distillées, et le chapitre XII aux sirops. L'auteur termine cette partie par des considérations générales sur le commerce des liqueurs et sur les fraudes. Nous signalons tout spécialement les deux derniers chapitres du volume dans lesquels l'auteur, se plaçant à un point de vue très général, étudie les alcools dans leur rapport avec l'hygiène, la législation et le fisc. Ce livre sera lu avec grand intérêt non seulement par les spécialistes, mais aussi par toutes les personnes soucieuses de se former une opinion exacte sur une des questions qui, à l'heure actuelle, s'imposent à l'attention de tous.

(*Revue des Falsifications*, juin 1899).

TABLE DES MATIÈRES

l'ozone. — Vieillissement par le bois. — Futailles. — *Manipulations des eaux-de-vie :* Coupages. — Mouillage, sirupage, collage, filtration. — *Prix des eaux-de-vie :* Prix de revient. — Prix de vente. — *Eaux-de-vie de l'Armagnac :* Alambic du Gers. — *Eaux-de-vie de vin du Midi ; trois-six de Montpellier :* Appareils continus. — Appareil continu Deroy. — Appareil continu Egrot. — Appareil à distillation continue et fractionnée. — *Distillation des vins altérés et malades. Eaux-de-vie de lies. Eaux-de-vie de marcs :* Traitement des marcs par lixiviation. — Traitement des marcs par les calandres. — *Eaux-de-vie de marcs de Bourgogne.*

CHAP. III. — EAUX-DE-VIE DE CIDRE ET DE POIRE.

CHAP. IV. — EAUX-DE-VIE DE FRUITS A NOYAUX. KIRSCH. QUETSCH : *Kirsch :* Titre en sucre des cerises. — Titre en acidité. — Kirsch de commerce. — Kirsch de fantaisie. — *Quetsch.*

CHAP. V. — RHUM ET TAFIA : *Fabrication du rhum :* Levain artificiel. — Fermentation continue.

CHAP. VI. — WHISKY : *Scotch whisky.* — *Irish whisky.* — *Whisky d'alambic.*

CHAP. VII. — EAUX-DE-VIE DE FANTAISIE.

CHAP. VIII. — LIQUEURS : *Liqueurs par distillation :* Préparation des alcoolats. — Alcoolats composés. — Fabrication des liqueurs. — Conservation des liqueurs. — *Liqueurs par les essences :* Tableau des essences extraites des plantes aromatiques. — *Liqueurs par infusion :* Préparation du cassis. — Infusion de cerises. — *Commerce des liqueurs.*

CHAP. IX. — LIQUEURS DITES APÉRITIVES : *Absinthe.* — *Bitters et amers.* — *Vermouth.*

CHAP. X. — LES FRUITS A L'EAU-DE-VIE : *Cerises.* — *Prunes.* — *Pêches.* — *Chinois.*

CHAP. XI. — EAUX AROMATIQUES DISTILLÉES : *Eau de fleur d'oranger.* — *Eau de roses.* — *Eau de framboises.*

CHAP. XII. — SIROPS : *Sirop de sucre :* Sirops glucosés. — Sirops de fruits. — Sirop d'orgeat. — Sirop de gomme. — Sirop de grenadine. — Altération des sirops.

CHAP. XIII. — COMMERCE DES SPIRITUEUX : Importation et exportation des spiritueux.

CHAP. XIV. — FRAUDES DES EAUX-DE-VIE ET LIQUEURS : Fraudes sur la nature des eaux-de-vie. — Fraudes sur le degré alcoolique. — Fraudes sur les liqueurs. — Fraudes sur les sirops. — Fraudes sur les eaux distillées.

CHAP. XV. — LES EAUX-DE-VIE ET LIQUEURS AU POINT DE VUE DE L'HYGIÈNE : Richesse alcoolique des boissons. — Classification des eaux-de-vie et liqueurs. — Action physiologique des eaux-de-vie et liqueurs. — Alcoolisme aigu et alcoolisme chronique.

CHAP. XVI. — L'ALCOOL AU POINT DE VUE LÉGISLATIF ET FISCAL : Revenus des impôts sur les boissons. — Le monopole de l'alcool. — Réformes législatives.

A. de SAPORTA

Physique et Chimie viticoles

EXTRAIT DE LA PRÉFACE

Dans cet ouvrage, l'auteur veut appuyer ses indications sur une base solide et débute par un *Exposé de quelques principes théoriques ;* il ne s'attarde pas sur les notions purement chimiques, et dès son premier chapitre, commence à entretenir son lecteur des ferments qui jouent un si grand rôle dans la production du vin.

Le deuxième chapitre est consacré aux analyses agricoles ; avec le troisième, *les vignobles et le sol*, il entre dans le vif de son sujet, il discute l'immunité contre le phylloxéra que procure à la vigne la plantation dans le sable ; puis l'abondance du calcaire, comme cause de la chlorose ; de l'étude des *sols*, l'auteur passe à celle des *engrais ;* il expose ensuite les notions de *météorologie*, qu'il juge utile de faire connaître.

Les remèdes : tel est le titre du sixième chapitre ; j'avoue que moi, homme du Nord, qui n'appartiens pas à la région de la vigne, je suis surpris que ce chapitre VI ne soit pas intitulé : *les maladies ;* mais M. de Saporta écrit à Montpellier ; il a eu depuis si longtemps les oreilles rabattues des ravages causés par ces maladies, il a une telle horreur des phrases toutes faites et des lamentations banales, qu'il ne s'est pas senti le courage de récrire un chapitre qui a été écrit déjà plusieurs milliers de fois ; donc il suppose les maladies connues et cherche à les combattre ; il appuie notamment sur cet emploi du sulfate de fer appliqué sur les plaies de la vigne après la taille imaginée par M. Rassiguier, qui est efficace, mais dont la théorie n'est pas donnée.

La vigne a triomphé de ses ennemis, elle a mûri ses raisins, il faut faire du vin, connaître la composition des raisins, savoir le degré d'acidité qu'ils présentent, enfin suivre la fermentation. Dans notre Midi, et encore plus en Algérie, le grand ennemi de la fermentation régulière est l'élévation de la température ; aussi M. de Saporta décrit-il avec grand soin les appareils réfrigérants qui maintiennent les moûts dans des conditions favorables au travail des levures. Il indique ensuite comment on détermine la richesse en alcool du vin produit et comment on empêche les fermentations secondaires qui se déclarent souvent dans les vins peu chargés d'alcool, comme ceux que fournissent les cépages à grand rendement, qui forment presque exclusivement les vignobles du Midi.

M. de Saporta termine son ouvrage par la phrase suivante, qui indique clairement pourquoi il l'a écrit : « Autant que possible nous avons cherché à simplifier et coordonner en sacrifiant les détails et nous croyons qu'en effet l'application intelligente d'un assez petit nombre de principes généraux peut suffire au propriétaire pour éviter bien des déboires ».

On ne saurait mieux dire. La production du vin, comme toutes les industries qui mettent en œuvre les ferments, est une observation délicate, qui cesse d'être avantageuse aussitôt qu'elle est mal conduite ; un vin mal préparé ne se conserve pas, et, comme l'écrit M. de Saporta, on n'évitera les déboires qu'en opérant régulièrement ; on y réussira en prenant pour guide *la Physique et la Chimie viticoles*.

P.-P. DEHÉRAIN,
de l'Académie des sciences.

TABLE DES MATIÈRES

P. TRUCHOT
Ingénieur-chimiste.

L'Éclairage à incandescence

par le gaz et les liquides gazéifiés

Rien n'avait été écrit jusqu'à ce jour relativement aux progrès réalisés durant ces dernières années par l'éclairage à incandescence. L'ouvrage de M. P. Truchot comble cette lacune en abordant la question au double point de vue théorique et pratique. Il est essentiel, en effet, de ne pas séparer l'interprétation des phénomènes de leurs applications, surtout lorsqu'il s'agit de faits récents qui, dans l'espèce, sont les industries nées de l'exploitation des terres rares. La vive concurrence suscitée par l'apparition des procédés d'éclairage intensifs : Électricité, Manchons à base d'oxydes rares, Acétylène, place cet ouvrage au premier rang des actualités de la Science appliquée. — L'industriel, le technicien et, en général, tous ceux dont les travaux apportent une contribution nouvelle aux perfectionnements de l'éclairage moderne, trouveront dans ce livre les documents les plus précieux, comme on peut s'en rendre compte en parcourant la table des matières ci-dessous résumée.

On sait que la question de l'éclairage a pris un essor considérable depuis quelques années ; aussi le volume de M. Truchot peut-il rendre service à beaucoup de personnes en mettant sous les yeux une foule de renseignements qui sont généralement disséminés dans des publications spéciales.

(*Journal des Usines à gaz*).

TABLE DES MATIÈRES

— Procédés anciens Frankeinstein, Robert Werner, Galafer et Villy, Lumière Drummond, Chalumeaux, Becs, Sellon, Clamond. — Procédés modernes : — Auer Von Welsbach, Otto-Fehnenjehlm, Ludwig Haitinger, Barrière.

CHAP. III. — MINÉRAUX EMPLOYÉS DANS LA FABRICATION DES MANCHONS INCANDESCENTS : Cérite. — Gadolinite. — Thorite. — Monazite et sables monazités. — Xénotime. — Zircon.

CHAP. IV. — LES CORPS INCANDESCENTS : 1° Corps incandescents à base de métaux et d'alliages métalliques. 2° Corps incandescents à base d'oxydes réfractaires. — 1re classe : Corps incandescents obtenus par moulage. — 2e classe : Corps incandescents obtenus par imprégnation de tissus de fibres organiques. — 3e classe : Corps incandescents obtenus par filage. — Pouvoir éclairant des manchons incandescents. — Coloration de la lumière émise par les manchons.

CHAP. V. — DESCRIPTION DES DIVERS BRULEURS MODERNES A INCANDESCENCE. — Incandescence par le gaz de houille, le gaz d'eau, etc. — Description et propriétés d'un brûleur Bunsen. — Bunsen Lecomte. — Brûleurs et becs ordinaires. — 1re classe : Brûleurs utilisant le bec rond. — 2e classe : Brûleurs utilisant le bec papillon. — 3e classe : Becs intensifs. — Théorie des becs intensifs. — Brûleurs Bandsept. — Bunsen à gaz chaud Bandsept. — Brûleurs Denayrouse. — Brûleur Lecomte. — Brûleur Saint-Paul. — Éclairage à incandescence par le gaz.

CHAP. VI. — RÉGULATEURS DE PRESSION. — RHÉOMÈTRES. — MANOMÈTRES.

CHAP. VII. — ALLUMAGE DES BECS A INCANDESCENCE.

CHAP. VIII. — INCANDESCENCE PAR LE PÉTROLE ET L'ESSENCE DE PÉTROLE.

CHAP. IX. — INCANDESCENCE PAR L'ALCOOL ET PAR L'ACÉTYLÈNE.

CHAP. X. — APPLICATIONS DE L'ÉCLAIRAGE A INCANDESCENCE PAR LE GAZ ET LES LIQUIDES GAZÉIFIÉS.

CHAP. XI. — CONSIDÉRATIONS ÉCONOMIQUES.

CHAP. XII. — BREVETS FRANÇAIS CONCERNANT L'ÉCLAIRAGE A INCANDESCENCE PAR LE GAZ ET LES LIQUIDES GAZÉIFIÉS.

III. — **Métaux triatomiques** : Groupe cérique. — *Cérium :* Historique. — Etat naturel. — Sels céreux. — Sels à radicaux halogénés. — Sels à radicaux oxygénés. — Sels cériques. — Sels céreux à radicaux organiques. — *Lanthane :* Historique. — Etat naturel. — Sels à radicaux halogénés. — Sels à radicaux oxygénés. — Sels à radicaux organiques. — *Didyme* (ancien) : Historique. — Néodyme. — Praséodyme. — Sels à radicaux halogénés. — Sels à radicaux oxygénés. — Sels à radicaux organiques. — *Samarium :* Historique. — Etat naturel. — Propriétés. — Sels à radicaux halogénés. — Sels à radicaux oxygénés. — Sels à radicaux organiques. — *Decipium :* Historique. — Etat naturel. — *Gadolinium :* Historique. — Etat naturel. — Groupe Yttrique. — *Yttrium :* Historique. — Etat naturel. — Propriétés. — Sels à radicaux halogénés. — Sels à radicaux oxygénés. — Sels à radicaux organiques. — *Terbium :* Historique. — Etat naturel. — Propriétés. — *Erbium :* Historique. — Etat naturel. — Propriétés. — Sels à radicaux oxygénés. — Sels à radicaux organiques. — *Ytterbium :* Historique. — Etat naturel. — *Scandium :* Historique. — Etat naturel. — Propriétés. — Sels à radicaux halogénés. — Sels à radicaux oxygénés. — Sels à radicaux organiques. — *Thulium :* Historique. — Etat naturel. — Propriétés. — *Holmium :* Historique. — Etat naturel. — Propriétés. — *Dysprosium :* Historique. — Etat naturel. — Propriétés. — *Philippium :* Historique. — Etat naturel. — Propriétés. — Sels à radicaux oxygénés. — *Métal Σ* : Historique. — Etat naturel. — Propriétés. — *Lucium :* Historique. Etat naturel. — Propriétés.

IV. — **Métaux tétratomiques** : *Zirconium :* Historique. — Etat naturel. — Propriétés. — Sels à radicaux halogénés. — Sels à radicaux oxygénés. — Sels à radicaux organiques. — *Thorium :* Historique. — Etat naturel. — Propriétés. — Sels à radicaux halogénés. — Sels à radicaux oxygénés. — Sels à radicaux organiques. — *Germanium :* Historique. — Etat naturel. — Propriétés. — Sels à radicaux halogénés. — Sels à radicaux oxygénés. — Sels à radicaux organiques.

TROISIÈME PARTIE. — **Analyse.**

I. — **Analyse spectrale. Mode opératoire** : Spectres d'étincelle et spectres d'absorption. — Observation et identification des spectres. — Bibliographie spectroscopique. — Longueurs d'onde des raies du spectre solaire. — *Spectres d'étincelle :* 1° *Groupe thorique :* Thorium. — Zirconium. — 2° *Groupe cérique :* Cérium. — Lanthane. — Dydime. — Samarium. — 3° *Groupe yttrique :* Yttrium. — Erbium. — Ytterbium. — Thulium. — Scandium. — Gadolinium. — Spectres d'absorption. — Didyme (ancien). — Néodyme. — Praséodyme. — Samarium. — Erbium. — Holmium. — Dysprosium. — Thulium.

II. — **Méthode de fractionnement des terres rares. — Généralités** : Traitement de la cérite. — Procédé Marignac. — Procédé Mosander. — Procédé Debray. — Procédé Auer von Welsbach. — Procédé Schultzenberger. — Procédé de Wyronboff et Verneuil. — Procédés Berzélius, Bunsen, Czudnowicz. — Procédés Mosander, Brauner, Popp. — *Traitement de la gadolinite :* Procédé Auer von Welsbach. — *Traitement de l'orthite :* Procédé Bettendorff. — *Traitement des sables monazités :* Procédé Schutzenberger et Bondouard. — Méthode Drossbach. — Procédé Dennis et Chamot. — Méthode Lecoq de Boisbaudran. — Bibliographie des méthodes de fonctionnement.

III. — **Réaction caractéristique des sels** : Glucinium. — Zirconium. — Thorium. — Germanium. — Cérium. — Lanthane. — Didyme. — Scandium. — Yttrium.

IV. — Dosage et séparation du glucinium. — Dosage et séparation du zirconium. — Dosage et séparation du thorium. — Dosage et séparation du germanium. — Dosage et séparation du cérium. — Dosage et séparation du lanthane. — Dosage et séparation du didyme. — Dosage et séparation de l'yttrium.

V. — **Analyses spéciales** : Analyse des sables monazités. — Analyse des nitrates de thorium commerciaux. — Méthode Drossbach. — Méthode de l'oxyde de thorium, dans les sables monazités. — Méthode Dennis. — Méthode Glasser.

Dr **Georges TREILLE**
Ancien professeur d'hygiène navale et de pathologie exotique aux Écoles de plein exercice de la Marine,
Inspecteur général en retraite du Service de Santé des colonies.

Principes d'Hygiène coloniale

EXTRAIT DE LA PRÉFACE

En écrivant les *Principes d'hygiène coloniale*, l'auteur a eu surtout en vue de tracer les règles générales qui paraissent les plus propres à faciliter aux Européens leur établissement dans les pays chauds.

Ce livre s'adresse donc plus particulièrement à ceux qui veulent connaître les conditions physiques de cet établissement et par là se faire une opinion qui leur serve de guide dans l'appréciation des entreprises coloniales auxquelles ils désirent se livrer.

Mais il s'adresse encore à ceux qui, sans participer personnellement à ces entreprises, entendent exercer leurs droits de citoyens à l'égard de la chose publique, et en s'inspirant de l'intérêt national, peser de leur influence sur la direction des affaires coloniales. Car l'expansion de l'Europe dans les pays tropicaux, à laquelle la France a pris une part si étendue, impose à chacun de nous des devoirs nouveaux à remplir.

Chacun, en effet, pour une part quelconque et si minime soit-elle, est intéressé aujourd'hui à suivre, à contrôler la politique coloniale, et doit puiser les principes directeurs de son jugement à toutes les sources utiles.

Encore que l'Hygiène ait, dans ces dernières années, conquis une large influence dans la sociologie européenne en raison des services qu'elle a rendus et qu'elle est appelée à rendre de plus en plus à la masse des populations, il ne serait pas tout à fait exact de mesurer à ce progrès la part d'influence qui doit revenir à l'Hygiène tropicale dans la sociologie coloniale.

Ici, le rôle de l'Hygiène, — Science générale, Science de tous, — doit être mis en place éminente, car, sans elle, rien de durable ne peut être fondé dans les colonies.

Sans l'Hygiène pratiquée dans la vie privée comme dans l'adminis-

tration publique, étendue aux personnes comme aux choses dans tout ce qui concerne l'individu aussi bien que le groupement collectif, nulle sécurité sous les tropiques.

La santé de l'Européen dans ces régions est exposée à tant d'aléas, que la sûreté des capitaux engagés dans les entreprises dont il a la charge en est elle-même incertaine. Qu'un chef de maison de commerce, qu'un chef d'exploitation agricole, entre les mains desquels reposent des intérêts primordiaux, vienne à tomber gravement malade ou à disparaître brusquement, ce peut être la ruine; c'est, à coup sûr, un trouble sérieux dans la marche des affaires. Il faut donc que l'Européen qui se fixe dans les pays chauds s'instruise des risques qu'il est exposé à y courir, et qu'en toute connaissance de leurs causes il s'entoure des moyens les plus propres à s'en garantir.

Le personnel que nos colonies tropicales attendent, — le personnel vivifiant par excellence, — c'est le négociant, l'industriel, l'agriculteur. Mais à quelque point de vue qu'on se place, l'établissement de l'Européen aux pays chauds, surtout dans le territoire de l'Afrique intertropicale, ne peut avoir des chances de succès que dans des conditions déterminées.

Ce livre a précisément pour but l'étude de ces conditions. Je me suis inspiré, pour le faire, d'abord d'une expérience personnelle déjà longue et que j'ai acquise en visitant les colonies d'Asie, d'Afrique et d'Amérique à diverses époques de ma carrière; et aussi de l'enseignement de la pathologie et de l'hygiène tropicales que j'ai pratiqué comme professeur aux anciennes écoles de plein exercice de la marine.

TABLE DES MATIÈRES

(1 vol., 272 p., 45 fig.)
Cartonnage toile anglaise.
Prix : **5** francs.

Commandant VALLIER

L'Artillerie

Matériel — Organisation

France, Allemagne, Angleterre, Autriche-Hongrie, Italie, Espagne, Russie, Turquie, États-Unis, Japon, etc.

Le livre du commandant Vallier est la mise au point documentée et précise de l'état actuel de l'Artillerie des puissances européennes. Les États-Unis et le Japon figurent également dans cette étude, tant à cause des événements militaires récents qui ont révélé les armements de ces puissances, que du rôle actif qu'elles se préparent à jouer dans les règlements qui sont à l'ordre du jour des chancelleries. La partie principale du volume est entièrement consacrée à l'examen critique de l'Artillerie des diverses puissances, que renforcent de nombreux tableaux comparatifs. Les figures, toutes inédites, mettent sous les yeux du lecteur des documents entièrement nouveaux. Ce livre n'est pas un inventaire des progrès de l'Artillerie, ce n'est pas davantage une thèse sur ce qu'elle devrait être ; — c'est exactement un état de ce qu'elle est. A ce titre, il s'adresse à tous ceux qui s'intéressent aux graves questions de la défense nationale. Le texte, que n'encombre pas une terminologie fatigante, est d'une lecture aisée pour tous, et nous croyons que nulle part encore on a présenté sous une forme aussi attachante une question d'un intérêt général aussi puissant.

(*Revue du Cercle militaire*, janvier 1899).

L'auteur consacre un quart environ du volume à des généralités sur la bouche à feu, la poudre, le projectile, l'affût. Cela fait, il traite en détail de l'organisation actuelle, au point de vue tant du personnel que du matériel, de l'Artillerie de chacune des puissances : France, Allemagne, Angleterre, Autriche-Hongrie, Italie, Russie, Belgique, Danemark, Suède et Norvège, Espagne, Hollande, Portugal, Suisse, Bulgarie, Roumanie, Serbie, Grèce, Turquie, États-Unis, Japon.

Bien que le livre ne renferme aucune indiscrétion sur les mystérieux canons en cours de fabrication de divers côtés, il peut être considéré comme un inventaire de l'état des artilleries à la fin du XIX[e] siècle.

TABLE DES MATIÈRES

PREMIÈRE PARTIE. — **Généralités sur l'artillerie.**

DEUXIÈME PARTIE. — **Artillerie des diverses puissances.**

IV. — Les usines françaises : Forges et chantiers de la Méditerranée. — Usines du Creusot (Schneider et Cie). — Société Nordenfelt. — Etablissements Hotchkiss : canons-revolvers, canons à tir rapide Hotchkiss.

Allemagne. — I. Généralités. — II. Troupes : Recrutement des officiers. — Régiments. — Artillerie à pied. — III. Matériel : 1. Matériel de campagne. — 2. Matériel léger de siège : canon de 12 centimètres, obusier de 15 centimètres, mortier de 21 centimètres. — 3. Matériel de place. — 4. Artillerie de côte et de bord. — IV. Usine Krupp : Artillerie Krupp C/80. — Artillerie C/87, C/88, C/89. — Artillerie à tir rapide de campagne. — Tableaux relatifs au matériel Krupp. — Canon de 75 millimètres L 28 C/95 (Krupp) : 1° le coin ; 2° la plaque d'appui ; 3° la vis de fermeture ; 4° la manivelle avec clavette et goupille ; 5° l'éjecteur ; 6° le percuteur avec son ressort. Affût. — Munitions.

Angleterre. — I. Généralités. — II. Troupes. — III. Matériel : Matériel de campagne. — Construction du matériel. — IV. Usines anglaises : Etablissements Armstrong. — Etablissements Maxim Nordenfelt à Erith : canon à tir rapide de 75 millimètres, Mitrailleuses Maxim.

Autriche-Hongrie. — I. Organisation : Etablissements. — II. Troupes : Artillerie de campagne. — Artillerie de forteresse. — Artillerie technique. — III. Matériel : Matériel de campagne. — Matériel de siège. — Matériel de place. — Matériel de côte et de bord.

Italie. — I. Organisation générale et services techniques : Services centraux. — Commandements de l'artillerie. — Etablissements d'instruction : corps d'instruction, académie militaire, école d'application de l'artillerie et du génie, école des sous-officiers. — Etablissements de construction : employés de l'artillerie, gardes d'artillerie, chefs techniques de l'artillerie et du génie, compagnies d'ouvriers, compagnies d'artificiers, compagnies d'armuriers. — II. Troupes : Artillerie de campagne. — Artillerie de forteresse. — III. Matériel : Matériel de campagne. — Matériel de siège, de place et de côte. — Matériel de bord.

Russie. — I. Organisation générale et services techniques : Grand-maître de l'artillerie. — Direction générale de l'artillerie au Ministère de la guerre. — Comité de l'artillerie. — Directions d'artillerie des circonscriptions. — Ecoles d'officiers : école d'artillerie Michel et Constantin, académie d'artillerie Michel. — Etablissements de l'artillerie : établissements de construction, dépôts d'artillerie. — II. Troupes : Artillerie de campagne : Troupes de réserve. — Artillerie de forteresse. — III. Matériel : Mode de construction. — Matériel de campagne actuel : nouvel affût de campagne, nouvel affût à bêche de crosse. — Matériel de siège et de place. — Matériel de côte et de bord.

Belgique. — I. Organisation : Établissements. — Écoles. — II. Troupes. — III. Matériel.

États scandinaves : *Danemark*. — I. Organisation et troupes : État-major. — Artillerie technique. — Ecoles. — Artillerie de campagne. — Artillerie de forteresse. — II. Matériel.

Suède et Norvège. — I. Organisation et troupes. — II. Matériel.

Espagne. — I. Organisation : Service de l'artillerie dans les places. — II. Troupes. — III. Matériel.

Hollande.

Portugal. — I. Organisation. — II. Troupes. — III. Matériel.

Suisse. — I. Organisation : Commandements de l'artillerie. — Etablissements. — Officiers. — II. Troupes. — III. Matériel.

Puissance des Balkans : *Bulgarie*. — *Roumanie*. — *Serbie*.

Royaume de Grèce.

Turquie. — I. Organisation : Grande maîtrise de l'artillerie. — II. Troupes. — III. Matériel.

États-Unis. — I. Services techniques. — II. Troupes. — III. Matériel : Canons pneumatiques.

Japon. — Organisation et matériel.

Tableaux numériques.

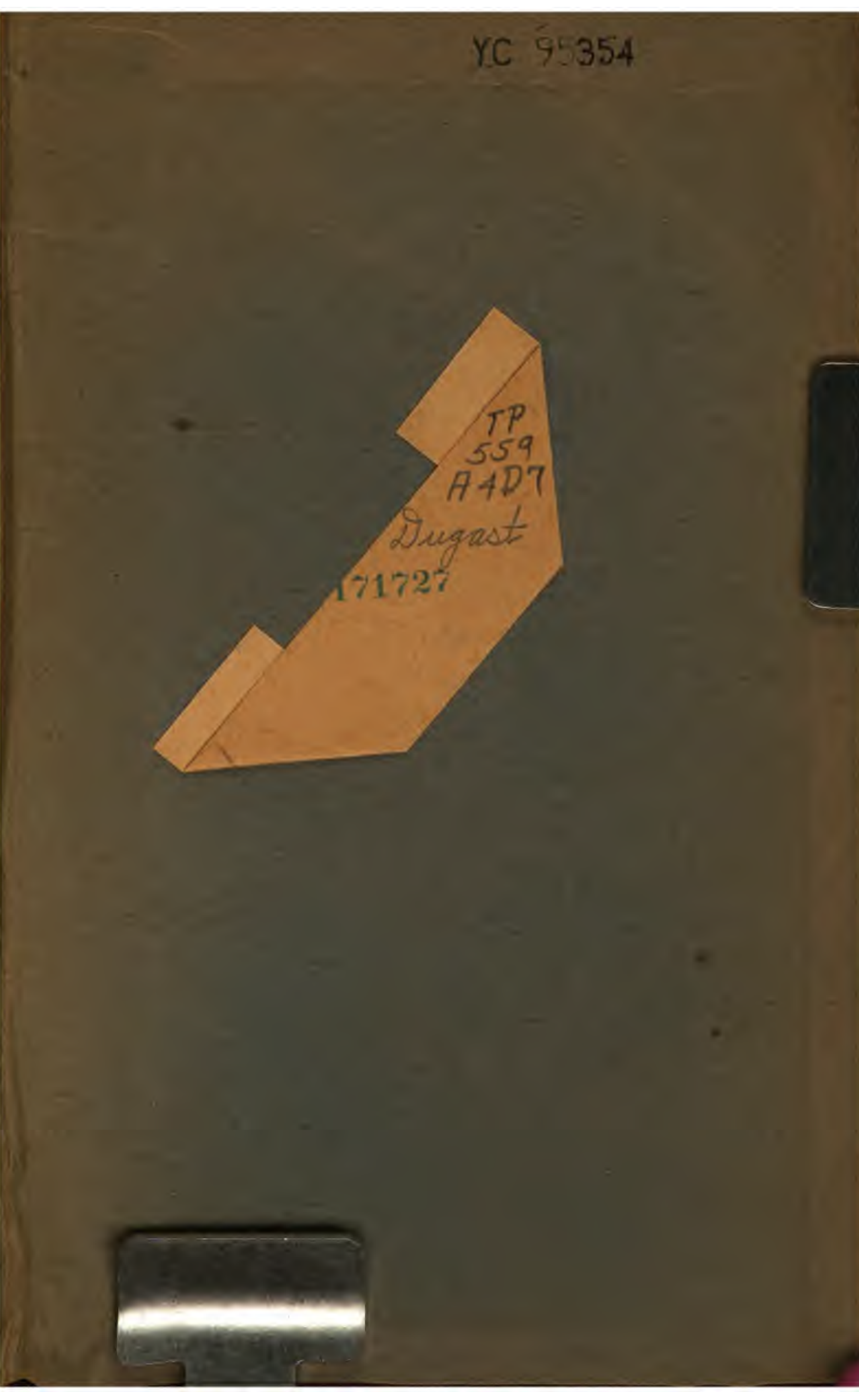
TABLE ALPHABÉTIQUE

Paris. — Imp. E. CAPIOMONT et Cie, rue de Seine, 57.

ER,

os,

e


YC 95354
TP
559
A4D7
Dugast
171727

